Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Hoffmann, Friedrich,

Hinterlassene Werke Vorlesungen gehalten an der Universität zu Berlin in den Jahren 1834 und 1835

Bd.: 2

Berlin 1838

BHS VI 44-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10709570-8

BHS VI 44-2

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke * Aktiengesellschaft *
Bibliothek:
Gruppe: VI
B.Nr. 44

HINTERLASSENE

WERKE

VON

FRIEDRICH HOFFMANN.

ZWEITER BAND:

GESCHICHTE DER GEOGNOSIE,

UND

SCHILDERUNG DER VULKANISCHEN ERSCHEINUNGEN.

BERLIN

IN DER NICOLAISCHEN BUCHHANDLUNG.

1838.

GESCHICHTE DER GEOGNOSIE, UND SCHILDERUNG DER VULKANISCHEN ERSCHEINUNGEN.

VORLESUNGEN

GEHALTEN AN DER UNIVERSITÄT ZU BERLIN
IN DEN JAHREN 1834 UND 1835

VON

FRIEDRICH HOFFMANN.

BERLIN
IN DER NICOLAISCHEN BUCHHANDLUNG.
1838.

Bayerische Staatsbibliothek München

626. e

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Inhalt.

I. Geschichtliche Darstellung der Entwicklung des gegenwärtigen Zustandes der Geognosie.

Einleitung, 1.

Anfang geognostischer Betrachtungen, S. 12. — Aelteste geognostische Ansichten der Griechen und Römer, 25. — Neptunische Ansichten der ägyptischen Priester, 29. — Spätere vulkanische Ansichten der Griechen, 30. — Anfang des geologischen Studiums nach dem Wiederaufblühen der Wissenschaften, 34.

Aeltere Forscher. Fracastoro, 35. — Georg Agricola, 36. — Bernard Palissy, 39. — Nicolaus Steno (Steen) Fruchtbarkeit seiner Ansichten, 40. — Martin Lister, 46. — Robert Hook, 48. — Thomas Burnet, 51. — John Woodward, 51. — William Whiston, 52. — Descartes, 53. — Leibnitz, 54. — Jacob Scheuchzer, 54. — Lazaro Moro, 55. — Buffon, 56. — Pallas, 61. — J. A. De Luc, 63. — J. G. Lehmann, 65. — G. C. Füchsel, Begriff von geognostischer Formation, 66. — J. Lasius, 68. — Michell, 68. — Whitehurst, 69. — Christopher Packe, erste geognostische Karte, 69. — H. B. Saussure, 70. — Gesetz des Parallelismus der Sekundärketten, 72.

Neuere Geognosten Deutschlands. Abraham Gottlieb Werner, 75. — Sein geognostisches System, 76. — Streichen und Fallen, 77. — Verdienst um Kenntnifs der Lagerung, 79. — Genauere Festsetzung des Begriffs von Formation, 83. — Formationssuiten, 91. — Seine neptunische Erdbildungs-Ansicht, 93. — Nähere Betrachtung der Schichten, 95. — Verhältnifs der Schichten zur Oberfläche, 97. — Steile Schichten-Stellung, 100. — Bergschlipfe, 104. — Biegung der Schichten, 107. — Aufrichtung der Schichten, 108. — Schwierigkeiten in Werner's Erdbildungs-Ansichten, 114.

J. K. W. Voigt, 117. — J. K. Freiesleben, 119. — F. A. Reufs, 120.

Leopold v. Buch, 121. — Frühere Arbeiten, 122. — Forschungen in den Alpen und Italien, 124. — im südlichen Frankreich 127. — Reise nach Skandinavien, 129. — Reise nach den kanarischen Inseln, 131. — Erhebungs-Inseln, 133. — Reise nach den Hebriden und Schottland, 137. — Abermalige Untersuchungen in den Alpen, 137. — Ansichten über Bildung der Gebirge, 138. — Beobachtungen über Porphyre, 139. — Ansichten über den Dolomit, 142. — Erhebung der Gebirgsketten, 148. — Richtung der Gebirgssysteme in Deutschland, 153. — L. v. Buch's geognostische Karte von Deutschland, 155. — Seine petrefaktologischen Arbeiten, 155.

A. v. Humboldt, 156. — Seine Ansichten über die Umänderung klimatologischer Verhältnisse, 157. — über das Parallelstreichen der Gebirgsketten, 167. — Reise nach Amerika, 169. — Reise nach dem asiatischen Rufsland, 172.

H. Steffens, 176. — C. v. Raumer, 179. — J. F. W. v. Charpentier, 182. — F. L. Heim, 183. — F. L. Hausmann, 184. — C. C. v. Leonhard, 186. — J. Nöggerath, Schübler, v. Oeynhausen, De la Roche, v. Dechen, 187. — Pusch, 189.

Aeltere und neuere Petrefaktologen Deutschlands, 189. — Walch, Knorr, 190. — J. S. Schröter, J. Th. Klein, 191. — E. F. v. Schlotheim, 192. — C. v. Sternberg, 193. — H. G. Bronn, A. Goldfufs, 194. — J. J. Kaup, C. H. v. Zieten, 195.

Schweizer Geognosten. Escher von der Linth, 196. — J. G. Ebel, 197. — P. Merian, 199. — B. Studer, 200. — Necker de Saussure, 202. — J. v. Charpentier, 203. — Hugi, 204. — Agassiz, 205.

Neuere Geognosten Englands. R. Jameson, 207. — J. Hutton, Schöpfer der neueren vulkanischen Ansicht, 208. — Playfair, 208. — J. Hall, geognostische Experimente, 210. — W. Smith, geognostische Karte von England, 214. — Geologische Gesellschaft in London, 216. — Greenough, J. Webster, W. Phillips, Conybeare, 217. — J. Mac-Culloch, W. Buckland, 218. — De la Beche, Sedgwick und Murchison, 220. — Ch. Lyell, 222. — Parkinson, Sowerby, Lindley, 223.

Neuere Geognosten Frankreichs. De la Metherie, 224. — Faujas de St. Fond, 225. — J. D. Dolomieu, Brochant de Villiers, 227. — D'Aubuisson de Voisin, 228. — Heron de Villefosse, 229. — Studium animalischer Versteinerungen: G. Cuvier und Alex. Brongniart, 231. — J. B. de Lamarck, Defrance, 234. — Deshayes, 235. — Studium fossiler Pflanzen: Adolph Brongniart, 240. — A. Boué, 244. — E. de Beaumont, 247. — Seine Ansicht vom relativen Alter der Gebirge, 249. — Mängel derselben, 264.

II. Ueber die Vulkane und die mit ihnen verbundenen Erscheinungen.

Vom Bau der Erdrinde im Allgemeinen, 273. — Mögliche Ursachen der ehemaligen Umwälzungen auf der Erdoberfläche, 287. — Verändernde Gewalt der Gewässer, 288. — Mechanische Wirkungen derselben, zerstörende, 289. — reproducirende, 296. — Chemische Wirkungen derselben, 297. — Wirkung der Vulkane, 303.

Von den Erdbeben, 308. — Arten derselben, 310. — Beispiele, 311. — Linear-Richtung der Erdbeben, 312. — Erdbebenmesser,

Sismometer, älteres, 313. — das von Cacciatore, 315. — Centrale Erdbeben, 316. — Beispiele, 317. — Lineare Erdbeben, 321. — Fortpflanzung der Erdbeben, meist den Gebirgszügen folgend, 322. — Setzt nur selten queer über Gebirgsketten, 325. — Dauer der Erdbeben, 326. — Oft ohne alle Vorboten, 327. — Unterirdisches Getöse bei denselben, 328. — Bramidos, 330. — Unterirdischer Donner oft ohne Erdstöfse, 331. — Oftmalige Wiederholung von Erdbeben, 333. — In allen Formationen vorkommend, 336. — Ungleiche Fortpflanzung der Erschütterung, 337. — Einflufs des Bodens dabei, 339. — Schwächende Wirkung von Höhlen und Brunnen, 344. — Aufregung des Meeres bei Erdbeben, 348. — Stöfse auf offenem Meere, 352. — Fraglicher Antheil der Atmosphäre an Erdbeben, 353. — Zusammenhang der Erdbeben mit Jahreszeiten, 358. — Trockner Nebel in Begleitung von Erdbeben, 362. — Windstöfse und Gewitter bei denselben, 364. — Beispiele von Erdbeben ohne ungewöhnliche Witterungsverhältnisse, 366. — Ob Erdbeben auf das Barometer wirken, 368. — Flammenausbrüche bei Erdbeben, 375. — Gasausbrüche, 377. — Muthmafsliche Entwicklung irrespirabler Gasarten, 380. — Erdbeben-Einflufs auf die Atmosphäre, 383. — Luft-Elektricität und elektrische Meteore bei Erdbeben, 386. — Ob Elektricität die Ursache von Erdbeben, 390. — Magnetische Wirkung der Erdbeben, 392. — Beispiele von Erdbeben ohne solche Wirkung, 396. — Grofse Verbreitung der Erdbeben, 397. — Veränderung der Erdoberfläche durch sie, 405. — Spalten 406. — Hebungen, 407. — Beispiele: Lissabon, 408. — Calabrien, 409. — Lancerote, Cumana, Chili, 409. — Hebungen aus früherer Zeit, Beispiele: Hebriden, 411. — Calabrien, 412. — Serapis-Tempel bei Pozzuoli, 413. — Monte Pelegrino bei Palermo, 424. — Zusammenhang der Erdbeben mit den Vulkanen, 431. — Beispiele: Erdbeben von Caracas, 436. — von Lissabon, 437. — Ausbrüche ohne Vulkane, 440. — Hervortreten neuer Inseln aus dem Meere, 443. — Beispiele: Azoren, 444. — Aegeisches Meer, 446. — Santorin, 447. — Island, 450. — Aleuten, 450. — Molucken, 451. — Neben Sicilien, 451. — Erzeugung neuer Berge: in Griechenland, 456. — Monte nuovo, 457. — Vulkan von Jorullo, 458.

Vulkanische Ausbrüche, 461. — Allgemeines, 462. — Ausbruchs-Erscheinungen im schlummernden Zustande vulkanischer Thätigkeit, 464. — Vulkanische Dampf-Entwicklungen, Wasserdampf, 465. — schweflige Säure, 467. — Schwefel, Solfataren, 470. — Chlor, 470. — Salmiak, 471. — Kochsalz, 472. — Chloreisen, 473. — Chlorkupfer, Chlorblei, 474. — Kohlensäure, 474. — Boraxsäure, Arsenik, 476. — Selen, 477. — Produkte der Aushauchungen, 478. — Entfärben und Bleichen der Gesteine durch sie, 480.

Ausbruchs-Erscheinungen im Zustande ungewöhnlicher Thätigkeit der Vulkane, 482. — Anfang derselben, Schwankungen des Bodens, 483. — Aeltester Ausbruch des Vesuv, Zerstörung von Herculanum und Pompeji, 483. — Ausbruch von 1794; Zurücktreten des Meeres, 487. — Versiegen der Quellen, 489. — Abnehmen der Tiefe des Kraters, 490. — Aufsteigen von Rauchsäulen, 493. — Auswürflinge, meist Schlacken, 495. — Rapilli, Sand, Asche, 496. — Bimsstein, 497. — Auswürflinge des Vesuv, 498. — Weiter Flug von vulkanischer Asche, 503. — Gestalt der Dampfwolke bei Eruptionen, Pinie, 507. — Elektrische Erscheinungen bei denselben, 509. — Ergiefsungen von Lava, 510. — Spalten und Seitenausbrüche, 516. — Vicili oder Voccole, 517. — Lavagänge, 520. — Erscheinungen beim Ausbruch der Lava, auf Stromboli, 524.

— am Vesuv, 527. — Lavaströme, deren Eigenthümlichkeiten, 529. — Ergiefsen derselben in's Meer, 541. — Geschwindigkeit, 544. — Wirkungen der Lavaströme, 548. — Langsames Erkalten derselben, 551. — Beschaffenheit der erkalteten Lava, 554. — Mineralogischer Karakter derselben, 556. — Feldspath-Laven, 560. — Trachyt, 561. — Verhalten zu den Central-Vulkanen, 562. — Augit-Laven, 563. — Verhältnifs derselben zum Basalt, 564. — Phonolith oder Klingstein, 569. — Glasartige Laven, 570. — Bimsstein, 573. — Erkalten der Lava, 577. — Dolomieu's Ansichten darüber, 580. — Versuche von Spallanzani und Reaumur, 582. — Versuche und Beobachtungen von Keir, Dartigues und Fleuriau de Bellevue, 585. — Versuche von J. Hall und G. Watt, 592. — Künstliche Bildung von Mineralkörpern, 594.

I.

Geschichtliche Darstellung
der
Entwicklung des gegenwärtigen Zustandes der Geognosie.

Einleitung.

Ehe wir auf eine genauere Betrachtung der Wissenschaft eingehen, welcher diese Blätter gewidmet sind, scheint es nicht unpassend, hier einige allgemeinere Erläuterungen vorauszuschicken, die den Standpunkt oder die Stellung näher bezeichnen, die diese Wissenschaft unter den übrigen Zweigen menschlicher Erkenntnifs und insbesondere unter den Naturwissenschaften einnimmt, durch die wir in den Stand gesetzt werden, einen Ueberblick der Resultate zu gewinnen, welche sich aus ihrer genaueren Erforschung ergeben.

Das Wort Geognosie, von γῆ (Erde) und γνῶσις (Kenntnifs) abgeleitet, ist in seiner streng wörtlichen Bedeutung genommen einer sehr ausgedehnten und weit hinausreichenden Anwendung fähig. Die Kenntnifs der Erde, ohne alle Einschränkung, umfafst in ihrem weitesten Umfange die mannigfaltigsten Gegenstände des Wissens. Zunächst würden wir hierbei wohl auf die Beziehungen geführt werden, in welchen der Erdkörper zu dem gesammten Sonnensystem steht, also in das Gebiet der astronomischen Wissenschaften. Auf ihn selbst nun zurückkehrend, würden sich die Verhältnisse der drei wesentlichen Bestandtheile desselben, des festen, flüssigen und gasförmigen Theiles, unserer Betrachtung darbieten und gleichzeitig den Uebergang bilden, um dieselbe auf die Erforschung der drei soge-

nannten Naturreiche, des Mineralreiches, des Pflanzen- und des Thierreiches, zu leiten, die durch ihre Entstehung und Fortbildungsverhältnisse in mannigfaltige und nothwendige Beziehungen zu dem Erdkörper gestellt sind. Bei einer solchen Entwicklung der Gegenstände, welche in näherer oder entfernterer Beziehung zu der Erde stehen, ist es klar, daſs alle Naturwissenschaften mehr oder minder in den Kreis dieser Betrachtungen gezogen werden könnten, sobald von der streng wörtlichen Bedeutung des Wortes Geognosie ausgegangen wird.

In einem solchen Sinne ist dieses Wort niemals angewendet worden; nur für einen einzelnen Zweig unserer Erkenntniſs hat man dasselbe gebraucht, welcher in Beziehung auf die eben angedeuteten Verhältnisse eine nur untergeordnete Stellung und ein scharf begrenztes Gebiet einnimmt, der zu der Naturgeschichte gehört und in noch engerem Sinne zu den mineralogischen Wissenschaften. Die Verhältnisse des Erdkörpers zu dem Sonnensysteme gehören der physikalischen Astronomie an; die Verhältnisse seiner drei wesentlichen Bestandtheile bilden den weniger scharf umschriebenen Gegenstand der physikalischen Geographie; die Erscheinungen der drei Naturreiche bilden im Allgemeinen das Feld der sogenannten Naturgeschichte.

Der Zusammenhang dieser Erscheinungen, die ein vielfach in sich verschlungenes Ganze ausmachen, läſst auch vielfach die Abgrenzungen der einzelnen Fächer in der gesammten Naturkunde nur als etwas Künstliches und Konventionelles erscheinen, und wie die Zweige derselben sich gegenseitig erläutern und aufklären, so wird es auch nothwendig, Manches wenigstens da anzudeuten, wo es seine vollständige Entwicklung nicht finden kann, und über die Grenzen hinauszugehen, welche eine konsequente Systematik zu ziehen sich gezwungen sieht.

Ehe die Geognosie nicht als ein Theil der minera-

logischen Wissenschaften betrachtet wurde, ehe derselben nicht die Grundlage einer genaueren Kenntnifs der Mineralien gegeben war, verdiente die Sammlung der Wahrnehmungen und Spekulationen, welche ihre Stelle in dem Felde der Naturkunde einnahm, noch nicht den Namen einer Wissenschaft, sie konnte sich nicht auf eine gleiche Stufe der Klarheit mit den sie umgebenden und verwandten Zweigen des Wissens erheben, und blieb ohne inneren Zusammenhang, ohne richtige Stellung in dem Kreise der Natur-Erkenntnifs.

Betrachten wir nun specieller die Einordnung der Geognosie in dem Felde der mineralogischen Wissenschaften, der Naturgeschichte des Mineralreiches, so ist es nothwendig, im Allgemeinen den Gegenstand derselben ins Auge zu fassen; wenn wir uns gleich nicht in erschöpfende Vergleichungen und Betrachtungen über das Wesen und die Begrenzung des Mineralreiches einlassen dürfen.

Die Mineralogie oder die Wissenschaft des Mineralreiches führt uns in die Kenntnifs der am einfachsten gebildeten Körper der drei Naturreiche ein, und ihr Umfang ist eben so einfach und scharf begrenzt, wie die Verhältnisse ihres Gegenstandes.

Die Mineralkörper werden zur Unterscheidung von den Körpern der Thier- und Pflanzenwelt als unorganisch und leblos dargestellt, und um das Gewässer und den Luftkreis mit allen gasförmigen Substanzen aus dem Kreise der Betrachtung auszuschliefsen, nur diejenigen darunter verstanden, welche den festen Theil der Erde zusammensetzen.

Die Bedeutung, welche hier mit den Bezeichnungen von unorganisch und leblos verbunden wird, bedarf keiner weiteren Aufklärung, denn überall stellt sich der Unterschied zwischen den Mineralkörpern — den Thieren und Pflanzen auf eine unzweifelhafte Weise fest, und um so vollkommener, je weiter wir in der Kenntnifs der orga-

nischen Körper in ihren einfachsten Formen, im kleinsten Raume vorgerückt sind. Die Fortpflanzung von gleichartigen Vorgängern, das Durchlaufen einer gesetzmäſsigen Reihenfolge von Entwicklungsstufen, aus dem ersten Keime bis zu einer bestimmten Vollendung (räumlichen Ausdehnung) und zu einem nothwendigen Aufhören des entwickelten Individuums bezeichnet die organischen Körper, und zieht eine scharfe Grenzlinie zwischen denselben und den Mineralien.

Die Zusammensetzung des festen Theiles der Erde durch die Mineralien kann nur in einem eingeschränkten Sinne verstanden werden, und es ist eine nähere Entwicklung dieses Verhältnisses in Bezug auf die Geognosie von besonderer Wichtigkeit. Der Erdkörper hat beinahe die Gestalt einer Kugel, einen Halbmesser von nahe 860 geogr. Meilen; von dieser Masse kennen wir, theils durch deren Erhebung über die Meeresfläche, theils durch Eindringen in die Erdrinde vermittelst bergmännischer Operationen, höchstens nur eine Schaale, deren Dicke sich auf 20,000 Fuſs erstreckt und etwa dem Eintausendsten Theile des Erdhalbmessers gleich ist. Auch selbst dieser Theil des ganzen Erdkörpers ist uns gar nicht im Detail, sondern nur sehr im Allgemeinen und an einzelnen Punkten in der Nähe der Oberfläche, bekannt. Es ist so wenig, was wir von dem ganzen Erdkörper kennen, daſs man nicht mit Unrecht dessen bekannte Schaale mit der Firniſsdecke verglichen hat, womit die künstlichen Erdgloben überzogen sind.

So mannigfaltig und lehrreich daher auch die Wahrnehmungen seyn mögen, welche innerhalb dieser bezeichneten Erdrinde über die Verhältnisse und die Zusammensetzung der Mineralkörper gemacht sind, so würde doch ein Schluſs auf die Beschaffenheit von dem Innern des Erdkörpers eben so gewagt seyn, als wenn wir von der Kenntniſs der Rauhheiten auf der Schaale einer Frucht auf deren innere Zusammensetzung und Beschaffenheit schlieſsen wollten.

Es fehlt an direkten Beweisen, dafs das Erdinnere aus denselben Mineralien auf ähnliche Weise zusammengesetzt sey, wie die Erdrinde; wir haben sogar sehr wohlgegründete Ursache, zu bezweifeln, dafs die Zusammensetzung, welche wir an der Oberfläche kennen lernen, bis in eine nur ziemlich bedeutende Tiefe ununterbrochen fortdauere.

Es ist nämlich nach vielen Beobachtungen sehr wahrscheinlich, dafs in verhältnifsmäfsig nicht sehr grofser Tiefe unter der uns zugänglichen und in ihrer Zusammensetzung bekannten Erdrinde sich die Werkstätte vulkanischer Wirksamkeit finde. Die Bildung neuer Mineralkörper durch das Zusammentreten ihrer einfachen Urstoffe, die Thätigkeit von Kräften, von denen wir uns an der Oberfläche keinen klaren Begriff machen können, ist wahrscheinlich hier fortdauernd.

Zu demselben Resultate von der verschiedenartigen Zusammensetzung der Erdkugel in ihrem Innern und an ihrer Oberfläche führen die Ermittelungen über das specifische Gewicht des ganzen Erdkörpers. Dasselbe ist nach den Versuchen und Berechnungen von Maskelyne, Playfair, Coulomb etwa 4,9, während das specifische Gewicht der Gesteine, der Verbindungen herrschender Mineralien an der Oberfläche kaum mehr als die Hälfte erreicht und gewifs nicht höher als 2,7 angenommen werden kann.

Anzuführen dürfte wohl noch seyn, dafs auch die Erscheinungen des Erd-Magnetismus auf eine von der Oberfläche abweichende Zusammensetzung des Erdinnern hinweisen, und sich mit einem fortdauernd gleichen Bestande des Innern aus den, an der Oberfläche herrschenden Mineralien nicht würden vereinigen lassen.

Der Gegenstand der mineralogischen Wissenschaften ist mithin auf die Erdrinde — gleichsam nur auf die äufserste feste Begrenzung der Erde eingeschränkt, und umfafst keineswegs den ganzen festen Theil des Erdkörpers in seiner grofsen Masse. Diese Thatsache mufs

uns hauptsächlich aber bei dem Studium der Geognosie fortdauernd vorschweben, denn ihre Vernachlässigung hat dasselbe lange Zeit hindurch in eine ganz irrige und unfruchtbare Bahn gebracht. Die Spekulationen haben sich in ein Gebiet erstreckt, welches den Erfahrungen gänzlich verschlossen ist und auch wohl auf immer verschlossen bleiben wird; sie haben eine gewisse Dunkelheit lange Zeit über das Ganze verbreitet, den wahren Ausgangspunkt des Studiums übersehen lassen.

Das auf solche Weise beschränkte Feld der gesammten Mineralogie zerfällt bei einer genaueren Betrachtung in zwei wesentlich von einander geschiedene Zweige,

1) in die Oryktognosie, welche sich mit der Kenntnifs der einzelnen Mineralgattungen beschäftigt. Sie betrachtet dieselben nach den Verhältnissen ihrer Krystallform, ihren physikalischen Eigenschaften (als Härte, Schwere, Verhalten gegen das Licht, in Bezug auf Elektricität und Magnetismus), endlich ihren chemischen Eigenschaften oder ihrer Zusammensetzung. Sie nimmt auf die Wohnorte (Fundorte) der einzelnen Gattungen, auf ihr natürliches Vorkommen nur in so weit Rücksicht, als diefs überhaupt die historische Kenntnifs derselben betrifft;

2) in die Geognosie, welche sich mit der Kenntnifs der natürlichen Verbindungen der Mineralkörper beschäftigt, und also wesentlich Rücksicht nimmt auf die räumlichen Verhältnisse dieser Massen gegen einander; oder in andern Worten:

in die Lehre von der Zusammensetzung der festen Erdrinde durch die Körper des Mineralreiches.

In derselben eingeschlossen ist auch wohl noch als gesonderter Zweig die Kenntnifs der einzelnen Felsarten (Gebirgsarten) — der natürlichen Verbindungen der Mineralkörper — unter dem Namen der Petrographie betrachtet worden, so wie auch die Kenntnifs von der Verbreitung dieser Felsarten und der einzelnen Mineral-

körper an der Erdoberfläche unter dem Namen der mineralogischen Geographie. Die erstere ist ein nothwendig integrirender Theil der Geognosie, die erste Grundlage weiterer Erfahrungen und Betrachtungen; die letztere ist die Sammlung der einzelnen Erfahrungen nach der durch die Verhältnisse der Erdoberfläche bedingten Ordnung, worauf die Abstraktionen der Geognosie gegründet sind; sie erlangen erst ihre vollständige Allgemeinheit, wenn alle Punkte der Erdoberfläche gleich bekannt sind und gleiche Rücksicht in der Zusammenstellung gleichartiger Thatsachen und den daraus sich ergebenden Resultaten auf sie genommen werden kann.

Die Beziehungen, welche zwischen der Geognosie und Oryktognosie Statt finden, sind auch in den andern Zweigen der Naturgeschichte in analoger Weise, nach ihren Gegenständen modificirt vorhanden; beide Wissenschaften stehen in ähnlichen Verhältnissen zu einander, wie in den andern Naturreichen die Pflanzengeographie zur Botanik und die Thier-Geographie zur Zoologie; denn die Pflanzen- und Thier-Geographie haben, wie auch die Geognosie, die Gesetze der Verbreitung und des Zusammenvorkommens der ihnen zugehörigen einzelnen Naturkörper an der Erdoberfläche zum Gegenstande. Nur Vieles gestaltet sich anders in der Geognosie, als in jenen beiden Disciplinen. Es führt uns die Betrachtung des gegenwärtigen Zustandes der Mineralmassen ganz nothwendig auf frühere Zustände der Erdoberfläche zurück, und so stellt sich in der Geognosie ein geschichtliches Element dar, welches unzertrennlich von derselben bleibt und den anderen Disciplinen fehlt.

Die zu den verschiedensten Epochen und durch die mannigfaltigsten Bildungsthätigkeiten hervorgegangenen Mineralmassen verharren noch gegenwärtig ungestört neben einander. Die über einander ruhenden Felsarten, welche die Erdrinde zusammensetzen, zeigen uns eben

so viele Produkte von vorübergegangenen Schöpfungen. Wie der Alterthumsforscher im Gebiete der Menschengeschichte aus den Monumenten einer dahin geschwundenen Vergangenheit den Zustand und den Karakter längst verschollener Völker zu enträthseln strebt, so der Geognost aus den Trümmern und Ueberresten, den Ruinen des Erdgebäudes die vorübergegangenen Zustände der Erdrinde, welche weit vor der Entstehung unseres Geschlechtes einst Statt fanden und die später erfolgende Entwicklung desselben vorbereitet und bedingt haben. Aber nicht allein die successive Entwickelung unorganischer Massen giebt uns das Bild jener früheren Zustände der Erdrinde und ihrer Oberfläche. In denselben eingeschlossen finden sich aufbewahrt die Formen, oft auch noch selbst Theile von den organischen Körpern, Pflanzen und Thieren, Zeugen jener Zustände. Die Untersuchung derselben — die Petrefaktologie oder Paläologie — bietet mit der Geschichte der Ausbildung des mineralischen Theiles der Erdrinde auch das Mittel dar, eine Geschichte von der Ausbildung der organischen Welt zu begründen. Sie sind gleichen Gesetzen unterworfen. Die Mineral-Produktionen treten in gesetzmäfsigen Reihenfolgen auf, gewisse Epochen rufen gewisse Massen hervor, die dann nicht wiederkehren. Diese Epochen treten auch mit entscheidenden Karakteren in den Reihen der organischen Körper auf, gewisse Formen der Thier- und Pflanzenwelt wurden in ihnen erzeugt, welche vorher nicht auftraten und später jenseits gewisser Grenzen nicht wiederkehren.

Die Verbreitung und das Auftreten der Mineralkörper, so wie ihrer Verbindungen (der Felsarten), ist durchaus unabhängig von den Einflüssen des Klima's und der Erhebung des Bodens über der Meeresfläche, welche bei den Pflanzen- und Thierformen wesentlich bedingende Faktoren für ihre Verbreitung und ihr Zusammenleben bilden. Die Felsarten, und selbst ihre gegenseitigen Verhältnisse, die Reihenfolge derselben, sind, so weit

unsere Wahrnehmungen reichen, überall auf der Erdoberfläche, in der Polarzone wie unter den Wendekreisen, dieselben. Wenn der Naturforscher, von Europa nach der fernen Aequatorialzone der alten Kontinente fortschreitend, oder in der neuen Welt landend, sich nur von neuen, seiner Heimat fremden Pflanzen- und Thierformen umgeben findet, so erweckt doch die mineralische Grundlage des Bodens überall wieder die Erinnerungen des Vaterlandes; der Granit aus den verschiedensten Theilen der Erdrinde ist genau derselbe, an den Abhängen des Kaukasus, des Himalaya, der Kordilleren herrscht dieselbe Reihenfolge verschiedenartiger Felsarten.

Ein anderes Verhältniſs tritt nun stärker in der Geognosie hervor, während dasselbe in der Pflanzen- und Thier-Geographie nicht ganz fehlt; von den Mineralkörpern ist nämlich nur eine geringe Anzahl von Gattungen von gröſserer Bedeutung für die Kenntniſs von der Zusammensetzung der Erdrinde; von Leonhard macht die sehr wahre Bemerkung: die Natur hat beim Bau der Gebirge Materialien von sehr geringer Mannigfaltigkeit angewendet, und sich im Allgemeinen oft wieder derselben Substanzen bedient.

Bei weitem die meisten der bekannten Mineralkörper kommen in einer so geringen Menge im Verhältniſs zur ganzen Erdrinde, so vereinzelt und unter lokaler Beschränkung ihrer Entstehung vor, daſs ihre Betrachtung bei einer allgemeinen Uebersicht der Verhältnisse der Erdrinde sehr füglich übergangen werden kann. Von den nahe an 400 bekannten Mineralgattungen nehmen etwa nur 15 — 20 an der Bildung der Gesteinmassen im Groſsen Antheil, alle übrigen sind nur lokal und ausnahmsweise auftretende Erscheinungen.

Diese Thatsache in Bezug auf die Verbreitung der Mineralkörper zeigt sich schon in analoger, wenn gleich wohl nicht in so entschiedener Weise in der Pflanzenwelt, weniger noch in der Thierwelt. Unter der groſsen,

wohl jetzt bis auf 60,000 gestiegenen Zahl bekannter Pflanzenformen, finden sich nur wenige, welche an Häufigkeit ihrer Individuen so weit gegen die andern vorwalten, dafs sie dem äufsern Ansehen grofser Landstrekken einen eigenthümlichen Karakter verleihen. Es ist nur nöthig an die Haiden zu erinnern, welche, oft Tausende von Quadratmeilen Landes mit ihrem einförmigen Ansehn bedeckend, nicht selten von wenigen Arten von *Erica* gebildet werden, oder an die ausgedehnten Kieferwälder, welche in der Flora unserer Umgegend so vorwalten, dafs die Individuen dieser Baumart fast ausschliefslich grofse Flächen einnehmen, auf welchen sich, bei genauerer Untersuchung, wohl noch gegen tausend andere phanerogamische Pflanzen finden. Nicht mit Unrecht sind wir gewohnt, solche Pflanzen, nach einem von dem Leben des Menschen hergenommenen Bilde, mit dem Namen der geselligen zu belegen, und wenn wir dieses Bild weiter verfolgen, so finden wir vielleicht nicht ohne Ueberraschung, dafs in keiner Klasse von Naturkörpern bei einigen Gattungen die Geselligkeit einen so vorwaltenden Charakterzug bildet, als bei den Gliedern des Mineralreiches.

In allen Zweigen der Naturwissenschaften läfst sich ein empirischer und ein spekulativer Theil unterscheiden; sie sollten zwar niemals strenge von einander gesondert, getrennt behandelt werden, als Unter-Abtheilungen eines und desselben Ganzen, denn wo die Beobachtung von Thatsachen und die Verbindung derselben durch erläuternde und kombinirende Ansichten nicht mit einander vereint gehen, wird sich nie eine Wissenschaft in reiner Vollendung zu gestalten vermögen.

Aber gerade bei der Geognosie ist diese Trennung lange vorhanden gewesen, indem die spekulative Richtung in derselben um so mehr vorherrschte, als man ein Gebiet nicht allein gleichzeitig, sondern sogar vorzugsweise zu umfassen versuchte, welches der Empirie unzugänglich

war. Diese Trennung hat sich demnach selbst in den Benennungen ausgesprochen. Der ältere Name **Geologie** wird im Deutschen vorzugsweise für die spekulative Geognosie gebraucht, welche, zurückgeführt auf das ihr zugehörige Gebiet, sich mit den theoretischen Betrachtungen der beobachteten Thatsachen beschäftigt und aus denselben die Schlüsse über den muthmaſslichen Zusammenhang der Erscheinungen in der Bildung der Erdrinde herleitet. Die geologische Forschung ist mithin ein Gegenstand, dessen Entwicklung wir als das Endresultat aller geognostischen Bemühungen, als einen Versuch ansehen dürfen, uns die Gestaltung und Entwicklung unserer Erdrinde nach dem Stande der jedesmaligen Summe empirischer Kenntnisse darzustellen.

Der jüngere Name **Geognosie**, den **Werner** gleichzeitig mit der strengen mineralogischen Behandlung des Gegenstandes einführte, ist bei uns dem empirischen oder positiven Theile der Wissenschaft zugefallen, während Franzosen und Engländer diesen Unterschied der Benennungen nicht bewahren; sie hat es im Allgemeinen und ohne Bezug auf die Lokalität der Erdoberfläche mit dem Sammeln von Beobachtungen und Erfahrungen über die Zusammensetzung der Mineralmassen, welche die Erdrinde bilden, und mit der Darstellung ihrer gegenseitigen räumlichen Verhältnisse zu thun.

Höchst lehrreich ist es, in jeder Wissenschaft nicht allein den gegenwärtigen Zustand derselben kennen zu lernen, sondern auch die Entwicklung derselben, ihre Geschichte; den Weg zu verfolgen, auf welchem die Kenntnisse, die Ansichten, welche sich jetzt in ihr vereinigt finden, gewonnen worden sind.

Je älter die Wissenschaften, um so umfangreicher ist diese Geschichte, und um so seltener wird es möglich, bei dem Studium des Gegenstandes selbst noch Rücksicht darauf zu nehmen. Die Geognosie ist aber erst so spät in den Kreis der übrigen Naturwissenschaften eingetreten,

sie ist so jung, ihre ersten Anfänge sind so wenig erfolgreich gewesen, dafs es sehr wohl möglich bleibt, ein gedrängtes Bild von ihrem Entwicklungsgange mit der Uebersicht ihrer Haupt-Grundsätze zu verbinden; und so nicht allein diese aus den Gegenständen selbst zu entwickeln, sondern gleichzeitig den Gang zu zeigen, welcher genommen worden ist, um durch lang' genährte Irrthümer und befangene Ansichten zu denselben zu gelangen.

Auf diesem Wege wird das Gewonnene viel leichter unser Eigenthum, indem wir einen Blick auf die Umwege werfen, auf denen es erreicht wurde. Die Widersprüche, welche erregt wurden, haben ihre Widerlegung gefunden, und sichern Schrittes wird alsdann die Wissenschaft gefördert werden können, indem die Irrgänge der Vorfahren erkannt und nie wieder betreten werden.

Dieser allgemeine Theil der Geognosie, eine Geschichte und Nachweisung über die Literatur derselben in Verbindung mit einer Darstellung ihrer allgemeinen Grundsätze, bildet den Gegenstand der folgenden Blätter, und die Einleitung zu einem tieferen und mehr in das Einzelne dringende Studium derselben.

Anfang geognostischer Betrachtungen.

Obgleich die Geognosie sich erst in verhältnifsmäfsig neuerer Zeit zum Range einer Wissenschaft heraufgebildet hat, so sind doch die ersten Anfänge derselben so alt wie der Mensch selbst. Schon in der frühsten Zeit war die Entstehung der Welt ein Gegenstand des Nachdenkens der Menschen; aber, unbekannt mit allen Naturkräften, brachte man es nicht weiter als bis zu dunklen Vorstellungen und Ahnungen, die in das Gewand von mythischen, jene Kräfte personificirenden, Erzählungen eingekleidet wurden. Solche, gröfstentheils aus der Phantasie entsprungene, Kosmogenien oder Schilderungen von

der Entstehung der Welt bezeichnen den Anfang unserer Wissenschaft.

Eine der ältesten, die zugleich bis in die neueste Zeit einen grofsen Einflufs auf die Darstellung geognostischer Thatsachen ausgeübt hat, ist die mosaische Schöpfungsgeschichte. Sie schildert uns die Entstehung der Erde als das unmittelbare und persönliche Werk der Gottheit selbst. „Im Anfange — heifst es darin — schuf Gott Himmel und Erde, die Erde aber war wüste und leer, die Finsternifs war über dem Abgrund, und der Geist Gottes schwebte über dem Wasser. Die Wasser theilten sich und liefsen die Erde trocken hervortreten, u. s. w."

Diese Vorstellung ist eine der reinsten und einfachsten; sie konstrastirt merkwürdig gegen die der Griechen und anderer Völker des Alterthums, die in ihren Kosmogenien die Naturkräfte durch eine so reiche Fülle mythologischer Wesen personificiren *).

Als später die Verstandeskräfte sich mehr entwikkelten, und damit auch die Fähigkeit sich ausbildete, die Natur-Erscheinungen schärfer aufzufassen und zu beurtheilen, trat die Mythe mit ihren Beziehungen zur Religion mehr in den Hintergrund, und an deren Stelle wurde die Entstehung der Welt und namentlich der Erde ein Gegenstand philosophischer Forschungen. Was für Erscheinungen es waren, die nach und nach einen so günstigen Einflufs auf den Entwicklungsgang der kosmogenischen Vorstellungen ausübten, mag aus dem Folgenden erhellen.

Ein einfacher Blick auf die Oberfläche des festen Theils unserer Erde lehrt, dafs auf ihr ein sehr unregelmäfsiger Wechsel von Erhöhungen und Vertiefungen Statt

*) Ausführlicher behandelt findet man diesen interessanten Gegenstand in: Creutzer's Symbolik und Mythologie der alten Völker, besonders der Griechen, und in Link's: die Urwelt und das Alterthum, erläutert durch die Naturkunde, Bd. I. S. 281.

findet. Ueberall sehen wir entweder zerstreut liegende Gipfel, zusammenhängende Felsenkämme und Bergreihen oder Ebenen über einander aufsteigend in mehrfachen Abstufungen und von mannigfachen Thälern durchfurcht, welche den Zusammenhang derselben zerstört und auf die verschiedenartigste Weise verändert haben. Es erscheint daher schon bei erster Betrachtung unsere Erdoberfläche als ein unregelmäſsig zerstückeltes Ganze, dessen vorausgesetzter Zustand früherer Gleichförmigkeit durch eine Reihenfolge von späteren Ereignissen (oder auch vielleicht durch ein einziges Ereigniſs dieser Art) zerstört worden ist.

Gehen wir indessen näher auf die Betrachtung der Massen ein, welche unsere Erdrinde zusammensetzen, so bemerken wir, auch ohne in verwickeltere Verhältnisse einzudringen, an ihnen sehr häufig eine andere und nicht minder folgenreiche Eigenthümlichkeit. Richten wir den Blick auf die Beschaffenheit des Erdbodens in unsern Umgebungen, so sehen wir denselben zusammengesetzt aus Sand, Thon und losen Gesteinbrocken. Dieser Sand, diese Gesteinbrocken, diese zusammengeschlemmten Thonmassen, welche gleichartig ein einförmiges Flachland von vielen tausend Quadratmeilen Ausdehnung bedekken, sind nicht vom Anfange der Erdrindebildung an in derselben Weise ursprünglich vorhanden gewesen. Wir sehen vielmehr dieselben an den Rändern der Ebene und überall, wo wir hinlänglich in die Tiefe einzudringen vermögen, nicht nur auf vorher dagewesenen (nothwendig älteren) Gesteinmassen aufliegen, sondern es bestehen auch bei genauerer Untersuchung diese Sand- und Geröllmassen aus den Bruchstücken von älteren Gebirgsarten, deren unversehrte Ueberreste grofsentheils noch in den umliegenden Erhebungen des Bodens in ihren ursprünglichen Verbindungs-Verhältnissen die Oberfläche der Erde bilden. Diese Bruchstücke sind unregelmäſsig durcheinander geworfen, mannigfaltig zertrümmert, abgerieben und zersetzt; wir erblicken mithin in diesem

Theile der Oberfläche unseres Erdbodens nur eine ungeheure Trümmer- uud Schuttmasse.

Was wir indeſs an der Oberfläche unserer, wahrscheinlich in sehr neuen Zeiten entstandenen, norddeutschen Ebene bemerken, das finden wir bei tieferem Eindringen in das Innere der Erdrinde noch mehrfach und sehr häufig eben so groſsartig wiederholt. Die auſserordentliche Menge von Sandsteinen, und sogenannten Konglomeratbildungen, welche in der Zusammensetzung der Gebirge eine so wichtige und einfluſsreiche Rolle spielen und bis zu einer verhältniſsmäſsig schon sehr alten Epoche unserer Erdrindenbildung hinabsteigen, sind unzweifelhaft auf dieselbe Weise entstanden, wie das eben berührte Trümmer- und Schuttland; auch sie sind häufig deutlich nachweisbare Anhäufungen von durcheinander geworfenen und unregelmäſsig wieder zusammengekitteten Gebirgsbrocken, und wenn wir daher z. B. in den Umgebungen unseres Harzgebirges ein, in einer sehr frühen Periode gebildetes, von vielen neueren Schichten bedecktes, Konglomerat finden, welches aus faust- und kopfgroſsen, verworren über einander aufgehäuften und abgerollten Gebirgsbrocken gebildet, nahe an 3000 Fuſs Dicke besitzt, wenn wir ferner an der Nordseite der Alpen einen gegen 6000 Fuſs hohen Berg, wie den Rigi, kennen lernen, dessen Felsmassen durchgängig von solchen auf einander gethürmten, schwach verfesteten, Schuttbänken gebildet werden, dann liefern uns solche Erscheinungen den sichern Beweis, daſs groſse Veränderungen in den einstmaligen Zuständen der Erdoberfläche vorgingen, daſs ganze Gebirgsmassen zerstört und die Oberflächen groſser Länderstrecken mit ihren Trümmern bedeckt wurden.

Nächst dieser Thatsache der Zertrümmerung früher vorhandener Mineralschöpfungen, welche, wie leicht zu erweisen, sich periodisch muſs wiederholt haben, begegnet uns bei fortgesetzter Forschung in der Erdrinde noch

sehr bald eine andere von nicht minder grofser Wichtigkeit für die Entwerfung ihrer Bildungsgeschichte. Es ist das Vorkommen der gemeinhin sogenannten Versteinerungen oder der Reste von in den Erdschichten eingeschlossenen Körpern des Thier- und Pflanzenreiches. Eine genauere Betrachtung dieser Körper hat gelehrt, dafs sie in den Grundzügen ihrer Gestaltung und in den noch erhaltenen Resten ihrer vormaligen innern Organisation sehr mit den gleichnamigen Verhältnissen der noch lebenden Thier- und Pflanzen-Organismen übereinstimmen. Man hat ferner gefunden, dafs die speciellen Abänderungen ihrer Bildung, wie sie den verschiedenen Arten einer Gattung zukommen, denen der gegenwärtig noch lebenden Arten immer ähnlicher werden, je mehr die Theile der Erdrinde, in welchen sie sich finden, in einer neuern (jüngern) Periode gebildet wurden. Organismen von Gattungen (*genera*), welche in ähnlicher Weise nicht mehr unter den lebenden existiren, kommen nur in den ältesten Schichten der Erdrinde vor, in den spätern sind es nur die Arten (*species*), welche abweichen, und hier finden sich zuerst einzelne und endlich sehr viele, welche mit noch in der gegenwärtigen Schöpfung lebenden Arten eine sehr grofse Uebereinstimmung, ja völlige Identität zeigen. Nur sehr wenige der noch gegenwärtig fortexistirenden Gattungen zeigen sich bereits mit vollkommener Erhaltung ihrer Gattungs-Karaktere in den ältesten Schichten der Erdrinde, und unter den Thieren ist uns besonders in dieser Beziehung das noch später zu karakterisirende Muschelgenus *Terebratula* merkwürdig, unter den Pflanzen sind es besonders einige *genera* von Farrnkräutern. Sie haben auffallend genug allen Veränderungen Trotz geboten, welche in der Geschichte der Ausbildung unserer Erdrinde mit derselben vorgingen, doch ist der Species-Karakter verloren gegangen, und was man in der neuesten Zeit noch von der in ähnlicher Weise durch alle Zeitalter der Erde Statt gefundenen Er-

Erhaltung einzelner Arten gesagt hat, sich bei genauerer Prüfung nicht bestätigt gefunden.

Merkwürdig ist übrigens, daſs, ohnerachtet den eben angeführten Verhältnissen sich noch eine groſse Menge von minder bedeutenden Thatsachen an die Seite stellen läſst, sich doch auch über das Vorkommen der Versteinerungen in der Erdrinde noch eine ganz abweichende Ansicht gebildet hat, welche seit sehr alten Zeiten bis zu den neuesten herab oft wiederholt wurde und sich daher immer neben der von uns hier geäuſserten Meinung erhalten hatte. Nach dieser Ansicht wären nämlich die mit den Formen von Thieren und Pflanzen begabten Bestandtheile einzelner Schichten unserer Erdrinde nicht die Reste früher vorhanden gewesener Organismen der höher entwickelten Naturreiche, sondern zufällige Mineralbildungen, sogenannte Absonderungen, welche die Formen jener organischen Körper zufällig nachahmten. Wie es Steine giebt, welche sich in allerhand geometrisch bestimmbaren Gestalten darstellen, so nahm man an, würden auch solche gefunden, welche durch ihre zufälligen äuſsern Umrisse die Gestalten von andern Naturkörpern nachahmten. So meint man denn auch häufig ganz ernsthaft in einzelnen Steinmassen die lächerlichsten Aehnlichkeiten mit ganz von der Phantasie eingegebenen Gegenständen zu finden, welche auf die Bildung des Mineralreiches nicht den allergeringsten Einfluſs haben; man ging in dieser Beziehung etwa eben so zu Werke, wie noch jetzt die ungebildeten Führer in den Tropfsteinhöhlen, welche dem erstaunten Reisenden dort die Versteinerungen von Orgeln, stürmischen Meeren, Mönchen und Nonnen und anderen Bildungen vorführen, oder wie die Volkssage in manchen Gegenden auffallende Felsengestalten zu deuten pflegt, denen man die Namen von versteinerten Burgen, Teufelsmauern, Kanzeln, ja selbst von menschlichen und thierischen Gestalten und einzelnen historisch bekannt gewordenen Personen beilegt.

Man nannte daher, dieser Ansicht folgend, die Versteinerungen eben so unpassend als abenteuerlich *lusus naturae*, und glaubte unter ihnen nicht nur die Nachbildungen von Thier- und Pflanzenkörpern, sondern auch die von allerhand andern zufällig aufgefafsten Gegenständen zu finden, wie von Zahlenfiguren, welche den Steinen eingeschrieben seyen, von Nachbildungen von Schriftzeichen, Abbildungen von Sonne, Mond und Sternen, Menschengesichtern; Dinge, die in gewissen Zeiten vielfältig abgebildet und beschrieben wurden. Selbst als die auffallende Uebereinstimmung der aus den Erdschichten ausgegrabenen Thier- und Pflanzenreste mit den noch lebenden durch sorgfältigere Beobachter erwiesen wurde, war man noch nicht bereit, diese neben der gesunden Ansicht stets fortdauernde anomale ganz aufzugeben, sondern glaubte, dafs von jeher im Mineralreiche der Trieb geherrscht habe, sich zu höheren Graden der Entwickelung zu erheben, und dieser habe sich dann in der Nachbildung von den Formen später auftretender höherer Organismen bekundet. Man meinte, es sey eine gewisse höhere *vis plastica* oder *formativa* in den Steinen vorhanden, vermöge deren sie diese, den Thieren und Pflanzen ähnlichen Gestalten gebildet hätte, und wunderlich genug hat noch in neuer Zeit ein um die Wissenschaft mehrfach verdienter Naturforscher als der Repräsentant vieler andern diese Ansicht angewandt auf die noch theilweise mit organischer Materie erfüllten und mit allen Zeichen einer sehr komplicirten und vollendeten Organisation begabten Gegenstände, wie auf noch völlig erhaltene Thier-Skelete, und auf Bäume, welche sich in Braunkohle oder selbst nur in bituminöses Holz verwandelt haben und deren Blätter sowohl als Blüthen und Früchte erhalten sind. Diese alle sind nach ihm nur die Zeugen einst Statt gefundener Versuche der Natur, Thier- und Pflanzenkörper zu bilden, welche einen mehr oder minder vollkommenen Grad der Vollendung erlangt

haben, sie sind fast vollkommen erschaffene, doch nie wirklich zum Leben gekommene, Thier- und Pflanzenformen, unentwickelte Embryonen, wie er sich ausdrückt.

Diese Ansicht indeſs darf uns nicht irre machen, und es genügt hier, dieselbe zu bezeichnen und vor der Verleitung durch dieselbe zu warnen, welche so zahlreiche Verwirrungen in die Wissenschaft gebracht und ihrem Fortschreiten nur geschadet hat. Denn es fällt nicht nur dem gesunden Verstande schon das Gezwungene und Unnatürliche solcher Betrachtungsweise sehr auf und man gewöhnt sich daher an dieselbe nur mit Widerwillen, sondern es bedarf auch nur der Anstellung einiger wenigen Reflexionen, um dieselbe als ganz irrig zu erweisen. Diese Ansicht setzt voraus, daſs das Daseyn der Organe eines höher organisirten Körpers ohne das gleichzeitige Vorhandenseyn seines Lebens oder seiner organischen Verrichtungen könne gedacht werden. Die Natur aber schafft keine todten Organe und haucht ihnen dann erst das zu ihren Verrichtungen nöthige Leben ein, sondern die Entwicklung der Lebensthätigkeit und der körperlichen Substrate derselben, die Entwickelung der Funktion und des zur Ausführung desselben nöthigen Werkzeuges geschieht gleichzeitig mit und durch einander, und etwa anzunehmen, daſs ein vollendeter Baum, mit der verwickelten Organisation seines Stammes, mit Blättern, Blüthen und Früchten könne erschaffen werden, als todt existiren und dann erst zu leben anfangen, daſs ein vollkommen entwickeltes Thier mit seinem Knochengerüste, innern Organen, mit Fleisch, Haut und Haaren könne gebildet und dann durch den Hauch des Schöpfers belebt werden, ist in sich selbst widersprechend und eine Vorstellung, nicht mehr in Zeiten zu erwarten, in welchen die Organisation der Naturkörper bereits durch wissenschaftliche Forschungen erläutert und die Entstehungs- und Entwicklungsweise derselben, so weit sie sich der sinnlichen Anschauung darbietet, bereits gekannt war.

Wir dürfen daher auf diese Ansicht entschieden keine weitere Rücksicht nehmen und können sie ruhig der Vergessenheit übergeben.

Das Vorkommen einer so grofsen Menge von einst entschieden vorhanden gewesenen, später abgestorbenen Thier- und Pflanzenresten in den Schichten der Erdrinde bestätigt uns nicht nur auf eine auffallende Weise die Vorstellung, welche uns schon durch den Anblick so grofser Massen von Zertrümmerungen älterer Gebirge gegeben ward, dafs nämlich die Erdoberfläche im Laufe ihrer Ausbildung grofsen Veränderungen müsse unterworfen gewesen seyn, sondern giebt uns sogar noch genauer bestimmbare Vorstellungen über den Karakter derselben. Wenn wir nämlich die Verbreitung dieser Reste in den Erdschichten mit denen der noch lebenden Thier- und Pflanzenkörper an der gegenwärtigen Erdoberfläche vergleichen, so führen uns diese Vergleichungen zu der Kenntnifs der wunderbarsten Verschiedenartigkeiten und Abweichungen. Von den gegenwärtig noch lebenden Thier- und Pflanzenkörpern sehn wir einen grofsen Theil derselben in Beziehung auf ihren Wohnort und ihre Verbreitung an der Erdoberfläche sehr bestimmten Gesetzen, oft sehr engen und entschieden ausgedrückten Begrenzungen unterworfen, deren Bestimmung sich auch in der Art ihrer Organisation deutlich ausspricht. Einige Thiere, einige Pflanzen sind bestimmt, nur im Meere, andre ausschliefslich nur in dem süfsen Gewässer des Festlandes zu leben, einige andre können ihr Gedeihen nur in Gebirgen, andre nur an den Küsten, andre unter dem Einflusse gewisser Wärmegrade, gewisser Feuchtigkeit, in bestimmten Zonen, gewissen Stellen unserer Erdoberfläche finden. Eben so auch ist es, müssen wir der strengsten Analogie nach annehmen, mit den Thier- und Pflanzenresten einer untergegangenen Vorwelt gewesen, aber die Lage und die Verhältnisse der Verbreitung, unter welchen wir sie auffinden, entsprechen durchaus nicht mehr

der gegenwärtig an der Erdoberfläche Statt findenden Vertheilung dieser Bedingungen.

Wir sehen Reste von Thieren, welche vermöge ihrer ganzen Organisation in den Tiefen des Meeres allein zu leben bestimmt waren, gegenwärtig überall in den Schichten der Gebirgsarten auf dem Festlande zerstreut, ja wir sehen sie vollkommen entwickelt nun auf Punkten umherliegen, welche beträchtlich über dem heutigen Meeresspiegel erhoben und oft die Gipfel unserer höchsten Gebirge bilden. Durch die Bemühungen des verdienten Schweizer Geognosten Ebel haben wir Ammoniten, deren Analoga noch lebend in unsern heutigen Meeren gefunden werden, von der Spitze der Jungfrau in 12,872 Fuſs Höhe über dem Meeresspiegel kennen gelernt; mit Erstaunen fand De Luc einst im Faucigny zahlreiche Meeresreste auf den Alpen zerstreut bis zu der Meereshöhe von mehr als 7000 Fuſs nahe der ewigen Schneegrenze; in dem uns benachbarten Harzgebirge kommen zahlreiche Reste von Seethieren nach schon älteren Beobachtungen auf dem sogenannten Kahlenberge bei Clausthal bis zu 2167 Fuſs über dem Meere vor, und den Forschungen reisender Engländer ist sogar es in neuester Zeit gelungen, eben solche See-Ueberbleibsel auf der Hochebene von Tibet, gestützt von den hohen Gebirgsketten des Himalaya, in mehr als 14,000 Fuſs Erhebung über dem heutigen Meere zu finden.

Umgekehrt finden wir Landpflanzen, palmenartige Gewächse und baumähnliche Farrn nicht nur in den ältern Theilen der Erdrinde unter den Bildungen tiefer Oceane begraben, sondern wir treffen sie auch sogar noch, so weit die Forschungen durch menschliche Thätigkeit sie zu erreichen vermögen, oft tief bis zu 1000 und 1200 Fuſs unter der Oberfläche unseres gegenwärtigen Meeresspiegels, wo sie nie ursprünglich hätten bestehen können. So zeigen uns dieſs namentlich die Kohlengruben an vielen Stellen von England und Belgien,

deren pflanzenführende Schichten bis zu den äufsersten Tiefen, welche Menschen bisher zu erreichen vermochten, unter dem Meeresspiegel verfolgt wurden, von welchen wir sogar zu schliefsen berechtigt sind, dafs sie noch bis um mehr als das Doppelte unter demselben fortsetzen, unter Verhältnissen, dafs wir nicht zweifeln können, es seyen einst diese Pflanzen wirklich an den Stellen gewachsen, an welchen sie gegenwärtig vorkommen, und nicht etwa durch äufsere Zufälle, durch Meeresströmungen dahin geführt worden. Wir finden ferner in ganz ähnlicher Weise auch diese Reste ausgestorbener Thiere und Pflanzen, abgesehen von dem umgebenden Mittel ihres Wohnortes, unter Verhältnissen der Vertheilung nach klimatischen Bedingungen wieder, unter welchen sie ebenfalls ursprünglich nicht können entstanden seyn. Tropische Pflanzenformen und Thiere waren in früheren Zeiten der Erdbildung nicht nur in den Gegenden verbreitet, welche wir gegenwärtig bewohnen, sondern es finden sich auch Palmenstämme und baumartige Farrnkräuter in Erdschichten begraben auf Spitzbergen und an den Küsten von Grönland; ja allgemein bekannt ist das Vorkommen zahlreicher Ueberreste ausgestorbener Elephanten in Sibirien, mit deren Elfenbein seit Jahrhunderten Handel getrieben wird; einige dieser Thiere sind selbst mit Haut und Haaren, mit dem Fleische, an den Küsten des Polarmeeres in dem Eise erhalten worden, in dessen Nähe sie vermöge ihrer ganzen Organisation ursprünglich niemals gelebt haben können.

Sehr natürlich mufste die, wenn gleich anfänglich nur unvollkommene, Kenntnifs dieser Thatsachen schon von früh her die Aufmerksamkeit und das Nachdenken der Naturforscher in Anspruch nehmen. Es war unmöglich, von denselben einige, wenn auch noch so oberflächliche, Kunde zu besitzen, ohne nicht sogleich daran unmittelbar auch die Vorstellung von gewaltsamen und wiederholten Veränderungen zu knüpfen, welche während der

Ausbildung unserer Erdrinde mit derselben vorgegangen seyn müssen. Sollten nun aber diese Vorstellungen sich wissenschaftlich gestalten, so konnten sie nicht ohne den Versuch ausgesprochen werden, eine Erklärung der Ursache zu geben, welche die verschiedenartigen Zustände unserer Erdrinde in den verschiedenen Zeiten ihrer Bildung bewirkt haben. Bei diesen Versuchen, das Beobachtete und Beobachtbare nicht nur nach dem richtigen Sachverhältnisse darzustellen, sondern es auch zu erklären, konnte man natürlich keinen vernunftgemäſseren Gang wählen, als nach analogen Verhältnissen in dem gegenwärtigen Zustande unserer Schöpfung zu suchen, und von dem Bekannten auf das Unbekannte zurückschlieſsend sich eine Uebersicht von den Ursachen und Wirkungen zu schaffen, welche in den, der Geschichte des Menschengeschlechtes vorangehenden, Epochen der Erdbildung müssen Statt gefunden haben. Bei dem Anblicke der zerrissenen und so mannigfach gestörten Beschaffenheit unserer Erdoberfläche, bei der Ansicht der in verschiedenen Perioden erfolgten Anhäufung mächtiger Trümmermassen, lag natürlich die Frage sehr nahe, ob unter dem gegenwärtigen Verhältnisse der Schöpfung sich nicht in einzelnen Theilen der Erdoberfläche auch noch ähnliche Ereignisse zutragen, ob nicht auch noch gegenwärtig durch irgend bedingende Umstände Zerstückelungen der Erdoberfläche und Zertrümmerungen mehr oder minder groſser Gebirgsmassen erfolgen. Der Umstand, daſs deutlich einst auf dem Meeresgrunde befindliche Theile der Erdrinde jetzt Antheil an der Zusammensetzung des Festlandes nehmen, daſs vormalige Theile des Festlandes sich jetzt unter dem Niveau des Meeres befinden, muſste veranlassen, daſs man die Ursachen aufsuchte, welche auch noch gegenwärtig den Meeresgrund unter gewissen Umständen in Festland, das Festland aber in Meeresgrund zu verwandeln im Stande seyn könnten.

Bei diesen Untersuchungen aber hat die Natur der

Verhältnisse veranlafst, dafs man nur stets auf zwei Grundursachen zu der Erzeugung solcher Erscheinungen zurückkommen konnte. Man sah unter den, noch gegenwärtig auf die Veränderungen unserer Erdrinde einwirkenden, Potenzen nur zwei, welche im Stande zu seyn schienen, analoge Verhältnisse hervorzurufen. Als Wirkung der Vulkane sah man vor unsern Augen einzelne Theile des Meeresbodens aus den Tiefen über die Wasserfläche hervortreten, man sah, durch die damit im Zusammenhange stehenden Erschütterungen, Zertrümmerungen und Zerreifsungen an der Oberfläche entstehen, welche füglich den in älteren Perioden vorgegangenen konnten an die Seite gestellt werden, und auch der Einflufs der Erwärmung durch vulkanische Thätigkeit konnte in ältern Zeiten Veränderungen der klimatischen Verhältnisse erzeugt haben, von welchen die eben erwähnte Vertheilung der vorweltlichen Organismen so bestimmt zeugt. Auch gegenwärtig treiben die Vulkane Massen im geschmolzenen, feuerflüssigen Zustande aus dem Erdinnern an die Oberfläche, welche erstarrt Felsarten in ihren Bestandtheilen gleichen, die sich nichts weniger als selten unter den übrigen Gliedern des Erdgebäudes finden, deren Ursprung wir daher füglich aus ähnlicher Quelle herleiten dürfen.

Von der andern Seite aber mufste nothwendig als eine nicht minder wirksame Potenz (Agens) auch das an der Erdoberfläche befindliche Gewässer erscheinen; denn wir sehen, dafs die in der Erdrinde befindlichen grofsen Anhäufungen von Schutt- und Trümmermassen ganz die Beschaffenheit jener Gesteintrümmer haben, welche noch heute vor unsern Augen sich am Meeresstrande oder auf dem Grunde der Flufsbetten bilden. Fliefsende Gewässer arbeiten noch oft unter unsern Augen zerstörend und zerreifsend an der Erdoberfläche, und viele Ablagerungen oder Niederschläge, welche noch heute auf dem Grunde grofser Wassermassen vorgehen, gleichen so ganz jenen Bildungen, welche einzelne Theile unserer Erdrinde zusammensetzen, dafs wir an der Entstehung

derselben durch den Einflufs der Gewässer nicht wohl zweifeln dürfen. — Es folgt daher wohl aus diesen Betrachtungen, dafs alle seit den ältesten Zeiten vorgetragenen geognostischen Ansichten diesen zwei Haupt-Potenzen unter denen, welche die Erdrinde gebildet haben, eine vorzügliche Wirksamkeit einräumen. Die Vulkane und die Gewässer müssen bei allen Erklärungsversuchen der Veränderungen, welche mit unsrer Erdrinde sich zutrugen, eine Hauptrolle einnehmen, und je mehr die Verhältnisse der Naturforscher vorzugsweise mehr eine Beobachtung der Wirkungen der einen oder der andern dieser Thätigkeiten gestatteten, um so mehr wird aus den Erklärungsversuchen auch eine Vorliebe für die vorzugsweise einflufsreiche Darstellung der einen oder der andern hervorleuchten. Es theilen daher schon seit den ältesten Zeiten der Bearbeitung unserer Wissenschaft alle geognostischen Ansichten sich vorwaltend mehr oder minder stets in vulkanische oder neptunische, und wenn gleich es sehr klar ist, dafs die vollkommene Wissenschaft erst dann sich gestalten könne, wenn den beiden verschiedenartig so einflufsreichen Momenten, den Vulkanen und dem Wasser, der einem jeden zukommende Wirkungskreis wirklich eingeräumt wird, so besteht doch noch fortwährend eine Spaltung in den Grundsätzen der einzelnen Beobachter, und die vorwaltende Ansicht schwankt wechselnd bald auf die eine, bald auf die andre Seite hinüber. Diese Einleitung möge genügen, um mit vermehrtem Interesse nun den Gang zu verfolgen, welchen die zur Aufhellung unserer Wissenschaft versuchten Arbeiten im Laufe der Zeiten hauptsächlich genommen haben.

Bereits bei den Alten sind die von uns hier erläuterten Thatsachen, welche für die Bildung der Erdrinde von vorzüglicher Bedeutung erscheinen, mehr oder minder vollkommen bekannt und zu verschiedenen Zeiten

zur Aufstellung geologischer Ansichten benutzt worden. Insbesondere waren es die auf dem Festlande zerstreut umherliegenden Ueberreste organischer Körper, welche die Aufmerksamkeit der Philosophen und Naturforscher in Anspruch nahmen und von welchen man schon in den ältesten Zeiten erkannte, dafs sie Zeugen von der vormals hoch über dem Festlande Statt gefundenen Anwesenheit des Meeres seyen. Xenophanes von Kolophon, einer der berühmtesten Philosophen des Alterthums, soll zugleich einer der ersten unter ihnen gewesen seyn, bei welchem sich diese Erscheinung erwähnt findet; er soll zuerst darauf aufmerksam gemacht haben, dafs in den syrakusanischen grofsen Steinbrüchen, sogenannten Latomien und in den Marmorbrüchen der Insel Paros sich Abdrücke von Fischen und andern Seethieren zu finden pflegen, und er schlofs daraus, dafs die Oberfläche unseres Erdkörpers sich ursprünglich in einem schlammartigen Zustande und auf dem Boden des Meeres müsse befunden haben *).

Nicht lange nachher, etwa 500 Jahre v. Chr., spricht Herodot namentlich sehr deutlich von solchen Ueberbleibseln in Beziehung auf Aegypten; er sagt, dafs dort auf den Bergen überall Schaalen von Seemuscheln zerstreut liegen und dafs man sie eben so auf dem Wege zum Orakel des Jupiter Ammon finde, welches vormals unmittelbar an dem Meere müsse gestanden haben, weil es ohnediefs unmöglich habe so berühmt werden können; auch bemerkte er, dafs an vielen Felsen Aegyptens fortwährend Seesalz auswittere, welches selbst an der Zerstörung der Pyramiden mit arbeite. Es sey daher entschieden einst das Meer hier gewesen, und der Nil habe durch das Zuführen seines Schlammes den Meerbusen, welcher hier einst von Memphis bis Theben hinaufging, ausgefüllt; ja es fügt dieser geistvolle Geschichtschreiber

*) *Origenis philosophumena c.* 14. *p.* 99, 100. *Edit. Wolf.*

noch hinzu, der arabische Meerbusen sey noch gegenwärtig eine ganz ähnliche Erscheinung, wie das ägyptische Nilthal, und wenn der Nil seinen Lauf ändern könnte, so würden vielleicht keine zehntausend Jahre erforderlich seyn, damit der grofse wirksame Strom diesen Meerbusen ebenfalls ausfülle *).

Noch viele andere Beweise ähnlicher Wahrnehmungen über das Auftreten von Versteinerungen liefsen sich leicht von den Alten anführen; denn so beschreibt Pausanias **) das Vorkommen eines an Muscheln reichen Gesteines zu Megara; Xenophon erwähnt in der Anabasis mehrfach der Tempel, aus solchen muschelreichen Steinen erbaut; Theophrastus (*de lapidibus*, §. 75. p. 234. *ed.* ***Baumgärtner***) erwähnt zwar undeutlich, jedoch ausdrücklich, unter den von ihm beschriebenen Steinen einen Ostraciten, und sehr oft wiederholt ist der Ausdruck, welchen Ovid dem Pythagoras in den Mund legt, um eine kurze Uebersicht seiner geogenischen Ansichten zu geben; es heifst dort (*Metamorph. Lib. XV. v.* 262.):

Vidi ego quod fuerat quondam solidissima tellus
Esse fretum, vidi factas ex aequore terras
Et procul a pelago conchae jacuere marinae.

Es war daher schon unstreitig bei den Alten ein Lieblingsgedanke, dafs das, was jetzt Festland sey, einst Meeresboden müsse gewesen seyn, und umgekehrt; ja wir finden sogar bei vielen derselben schon die Ansicht, dafs das Meer zu wiederholten Malen einzelne Theile oder die ganze Masse des Festlandes müsse bedeckt haben. Es war ein Gegenstand des Streites der Meinungen unter den alten Philosophen, wie oft diese Wasserbedeckungen sich müfsten wiederholt haben, um den gegenwärtigen Zustand unserer Erdoberfläche hervorzurufen.

*) *Herodot. L. II. cap.* 11. 12.

**) *Attica Lib. I. cap.* 44, 9 (*pag.* 107).

Einige derselben meinten drei, wie auch bekanntlich ja in den neuesten Zeiten noch Werner; andre dagegen meinten vier (*Ister apud Eusthatium ad Dionys. Periegetem v.* 513. *p.* 200. *ed. Bernhardy*), ja Platon läſst in seinem Timaeus (*p.* 23; *Bipont. T. IX. p.* 293) die ägyptischen Priester sagen: das Wasser habe auf mannigfaltige Weise die Oberfläche der Erde verändert, und die Griechen seyen Kinder, welche nur von einer Fluth, der des Deukalion, zu reden wüſsten, da deren doch mehrere gewesen wären.

Bei den Versuchen, diese aus ihren Wirkungen erklären zu wollen, überlieſsen sich die Alten nur zu gern ihrem Hange zu allgemeinen Betrachtungen, welche, ohne sich an die Sache zu binden, ins Weite schweifen, und bei der Lebendigkeit ihrer Einbildungskraft wurden die mannigfaltigsten Hypothesen erfunden, um den Ursprung unseres Erdkörpers erklären zu können. So sehr diese Hypothesen auch von der Unterstützung durch genau nachgewiesene Thatsachen entblöſst waren, so zeigte sich unter ihnen doch auch schon seit den ältesten Zeiten jene Spaltung in zwei Hauptrichtungen, deren wir oben als nothwendig erwähnt haben. Diese Spaltung war in jenen Zeiten aber hauptsächlich durch die sehr verschiedene Naturbeschaffenheit der zwei Länder bewirkt worden, in welchen die ersten Forschungen dieser Art Platz nahmen. In Aegypten namentlich, dem Lande früher Kultur, in welchem sich eine gewisse Summe naturwissenschaftlicher Kenntnisse in der Priesterkaste fortpflanzte, hatte man hauptsächlich die in die Erdoberfläche verändernd eingreifenden Wirkungen der Gewässer vor Augen. Der Nil hatte durch seine Ueberschwemmungen das ganze Land selbst gebildet und trug noch alljährlich sehr merkbar zu den Veränderungen seiner Beschaffenheit bei. Einzelne Inseln waren im Meere, unfern der Mündungen des Flusses, durch Anschwemmung entstanden, andre mit dem Festlande dadurch verbunden worden, oder das Meer

hatte bei Stürmen in die Ränder des Festlandes eingegriffen und einzelne Theile desselben wieder in Meeresgrund verwandelt. Kein Wunder, dafs die von jenen Landen ausgehenden Erdbildungs-Hypothesen auch vorzugsweise einen rein neptunischen Karakter an sich trugen. Aus diesen Ideen scheint auch Moses's Schöpfungsgeschichte hervorgegangen, sie ist wesentlich neptunisch und die Priester-Weisheit Aegyptens hatte Moses gebildet.

Eben so trugen sich diese Vorstellungen auch auf die Griechen über; in Aegypten schöpfte der berühmte Thales von Milet seine Weisheit, der zuerst unter Allen in ganzer Allgemeinheit behauptete, dafs Alles auf der Erde ursprünglich aus Wasser müsse entstanden seyn *), und beschreibt, wie Wasser sich verdichtet und zu einem festen Körper wird. Doch sehr abweichend hievon gestalteten sich dann später die Erdbildungsansichten der Griechen, welche aus der Kenntnifs der in ihren Umgebungen vorkommenden Natur-Erscheinungen selbstständig hervorgingen. Denn die Griechen lebten in Gegenden, wo die Wirkung der Gewässer auf die Veränderungen der Erdoberfläche keinesweges in die Augen springend waren; dagegen waren die in ihrem Gesichtskreise liegenden Länder mehrfältig sehr ausgezeichneten Katastrophen durch die Wirkungen der Erdbeben ausgesetzt. Das Land, welches sie selber bewohnten, Klein-Asien und Syrien, das südliche Italien, Sicilien hatten mehrfach durch solche Ereignisse auffallende Veränderungen ihrer Beschaffenheit erfahren. Thätige Vulkane, die Rauch und Feuer ausstiefsen, lagen in dem Gebiete ihrer Beobachtungen, und ihre ältesten mythologischen Vorstellungen, wie der Umstand, dafs Hephaistos (Vulkan) bald diese bald jene Insel zu seinem Lieblingsaufenthalte

*) *Diog. Laërt. vit. Thal. L. I. cap.* 1. *n.* 6. *Euseb. Praep. Evang. I.* 8; *init. Schol. Apoll. Rhod. I.* 498; *Seneca Quest. nat. III. c.* 13. *p.* 711. *b. Lips.*

erkohren und dort gearbeitet habe, der Kampf der Götter mit den Titanen und Giganten, welche zur Strafe in die Erde gebannt und mit Bergen belastet wurden, unter welchen sie sich noch regen, deuten vielfach darauf hin, dafs vulkanische Ausbrüche und Erdbeben auch in älteren Zeiten jene Länder eben so häufig als gegenwärtig beunruhigten. Man hatte zugleich bei solchen Ereignissen Berge auf dem Festlande entstehen sehn, wie den trözenischen Hügel auf der Halbinsel Methone (dem heutigen Methana), Inseln waren unter Ausbruchs-Erscheinungen aus dem Meeresgrunde hervorgetreten, wie Santorin und Vulcano, kein Wunder, dafs die Erdbildungs-Ansichten der Griechen vorzugsweise den Karakter des Vulkanismus an sich trugen oder mit den Bildungsvorstellungen der Aegypter mannigfaltig verbunden, sie durch vulkanistische Zusätze modificirt haben.

Es kann hier unsre Absicht nicht seyn, alle die auf uns gekommenen Beweise dieser Thatsache oder auch nur die hauptsächlichsten derselben einzeln anzuführen. Wir wollen daher hier nur im Allgemeinen erwähnen, dafs im Gegensatze mit Thales insbesondere Zenon *) und Heraklitos **) die Ansicht aufstellten: der Urstoff der Erde, aus welchem alles Uebrige entstanden, sey das Feuer gewesen. Man beschrieb namentlich die Entstehung oder das Verschwinden ganzer Ländermassen durch den Einflufs vulkanischer Wirkungen, und so war denn namentlich die Vorstellung sehr beliebt, dafs Sicilien einst durch den Aetna solle emporgehoben oder nach Andern von Italien später nur abgerissen seyn; ja man glaubte selbst in der Benennung des alten Rhegium, heute Reggio, noch einen Beweis für diese Ansicht zu finden. Vor

*) *Diog. Laërt. L. VII. c.* 1. *n.* 69.

**) *Stob. Ecl. phys. L. I. c.* 11. *p.* 313 *edit. Heeren. Diog. Laërt. Lib. IX. cap.* 1. *n.* 6. *Plutarch. de placitis Phil. Lib. I. Tom. IX. p.* 478. *Reiske.*

der Meerenge von Gibraltar oder den Herkulischen Säulen lag einst, nach Platon *), eine Insel, die bekannte Atlantis, welche gröfser sollte gewesen seyn, als Asien und Libyen zusammengenommen, und bei ihr mehrere andere; das Meer umgab sie, und mit ihm verglichen erschien das Mittelmeer wie ein Hafen mit enger Einfahrt. Neuntausend Jahre vor Plato war diese Insel sehr bevölkert, Erdbeben aber traten ein und Ueberschwemmungen zerstörten sie, und seit der Zeit ist jenes Meer nicht mehr zu beschiffen wegen des Schlammes, welcher von der zerstörten Atlantis zurückblieb.

Unter den griechischen Philosophen von Auszeichnung, welche sich mit besonderer Vorliebe der Erforschung vulkanischer Phänomene hingaben, verdient hier noch ganz besonders Empedokles der Agrigentiner genannt zu werden, dessen tragisches Ende bekannt und dessen Andenken noch gegenwärtig unter den Anwohnern des Aetna in der Torre del filosofo fortlebt; er gehörte auch mit zu denen, welche behaupteten, dafs das Feuer in der Tiefe die Felsen und Berge emporgehoben habe und sie noch gegenwärtig in ihrer Lage erhalte, daher man viele Gipfel derselben schwarz und angebrannt finde; er schlofs ferner aus den in der Erde (in Sicilien) hin und wieder zerstreut gefundenen grofsen Knochen, dafs die gegenwärtigen Menschen mit den vormaligen verglichen, nur wie Kinder gegen Riesen zu betrachten seyen.

Sehr abweichend übrigens und doch noch einer besondern Hervorhebung würdig, waren die Erdbildungsansichten des Aristoteles. Dieser grofse Meister und der Schöpfer der Naturwissenschaft seiner Zeit, dachte sich den Erdkörper gewissermafsen als ein lebendiges und mit einer zusammengesetzten Organisation begabtes Wesen, mit unstreitig viel zu weit gehender Vergleichung

*) *Timaeus p.* 24. 25 *ed. Bipont. T. IX. p.* 296. 297. *Critias p.* 108, 109. *T. X. p.* 39. 40.

zu den Verhältnissen der Thier- und Pflanzenkörper, eine bestimmte Reihenfolge von Metamorphosen durchlaufend. Er glaubte daher also, die Erde besitze gewisse periodisch Statt findende Stufenfolgen der Entwickelung, eine kräftige Jugendzeit, Reife und Alter, und er suchte die Kennzeichen dafür in den Verhältnissen von dem Festen zum Flüssigen (Kälte und Wärme) an ihrer Oberfläche. So sagte er *): „Nicht immer sind dieselben Gegenden was- „serreich oder dürre, sondern diefs wechselt, es gehen „Veränderungen vor mit dem Meere und dem Lande; „Meer ist zu einer Zeit da, wo früher Land war, und „umgekehrt, und diefs scheint sich nach einer gewissen „Ordnung und bestimmten Perioden zu richten. Anfang „und Ursache dieser Veränderung mufs man darin suchen, „dafs auch das Innere der Erde wie Pflanzen und Körper „der Thiere einen Punkt der Reife und des Alters hat; „nur ist der Unterschied, dafs bei diesen es nicht an ein- „zelnen Gliedern Statt findet, sondern das Ganze erreicht „zu gleicher Zeit die höchste Stufe der Vollkommenheit, „der Reife und des Alters. Bei der Erde geschieht diefs „nur theilweise durch Erkältung und Wärme. Wo eines „von beiden ab- oder zunimmt, da ändert sich auch die „Beschaffenheit dieses oder jenes Theiles der Erde; eine „Gegend wird wasserreich, sie bleibt es eine Zeit lang, „dann trocknet sie allmälig aus, die Quellen versiegen, „die Flüsse werden kleiner, verschwinden endlich, und „so ändert sich auch das Meer. Weil darüber jedoch „eine lange Zeit hingeht, so wird diefs nicht bemerkt."

Dieser Ansicht lassen wir endlich noch einige Bemerkungen über die Vorstellungen des Strabo folgen, welcher der Bedeutendste unter den Kennern von der Beschaffenheit der Erdoberfläche seiner Zeit (des Zeitalters des Augustus) war. Die Vorstellungen dieses Geographen über die Bildung der Erdrinde sind wie die der mei-

*) *Meteorologica Lib. I. 14. Tom. I. p. 351. Bekker.*

meisten seiner Landsleute vorwaltend von vulkanischem Karakter. Denn er bemerkte insbesondere *), die mit der Erde vorgehenden Veränderungen seyen nicht etwa so unbedeutend oder auf kleine Strecken beschränkt, wie man gewöhnlich zu glauben pflege, sondern ganze Welttheile könnten eben so gut wie einzelne Inseln aus dem Meere erhoben werden. Er glaubte ferner, was theilweise in neuester Zeit erst durch L. von Buch's geistreiche Forschungen bestätigt wurde, dafs alle Inseln im hohen Meere durch Erhebung entstanden seyen **), und er meinte, ein und dasselbe Land habe sich zu verschiedenen Zeiten über den Meeresspiegel erhoben und sey dann wieder unter denselben versunken ***). Endlich nahm er unter vielen Ländern der Erde ein im Innern thätiges Feuer an und als Zeugen desselben die hin und wieder hervortretenden Dämpfe, warmen Quellen, von denen er die bei Cumae, Bajae und Pozzuoli besonders hervorhebt †). Nach ihm hat keiner im Alterthume mehr etwas Vollendeteres geliefert.

So waren denn also die Vorstellungen der Alten über die Bildung der Erdrinde wesentlich abgeleitet nur aus den ganz allgemeinen Wahrnehmungen von Thatsachen, welche der Aufmerksamkeit der Beobachter auch bei einer oberflächlichen Betrachtung nicht entgehn konnten. Eigene Beobachtungen oder sorgfältiger in's Detail gehende Forschungen, um die aufgestellten Theorien durch Erfahrung und Versuche zu prüfen, wurden nicht angestellt, und so blieb dieser fast rein spekulative und deshalb nur sehr unvollkommene Karakter der Wissenschaft viele Jahrhunderte hindurch unverändert.

Nach dem Verfalle aller Wissenschaften und Künste,

*) *Lib. I. p.* 54.
**) *Lib. VI. p.* 258.
***) *Lib. I. p.* 51—53.
†) *Lib. V. p.* 245—248.

welcher mit der Auflösung der Völker des Alterthums Hand in Hand ging, erwachte zuerst wieder die Pflege der physikalischen Wissenschaften bei den Arabern. Während des achten und bis in das zehnte Jahrhundert blühten dort Astronomie, Physik und Mathematik, und es sind uns auch einige Nachrichten von geologischen Schriften aus jenem Zeitpunkte erhalten, deren Originalquellen indeſs gröſstentheils verloren gingen. Noch im zehnten Jahrhundert schrieb ein arabischer Gelehrter, Omar genannt el Alem (der Gelehrte), ein Werk über das Zurückziehn des Meeres, über welches von Hoff einige der Beachtung sehr werthe Bemerkungen mitgetheilt hat *). Unmittelbar darauf aber folgte eine Reihe von fünf dunkeln Jahrhunderten, in welchen die Ausübung aller Wissenschaft in vollständige Vergessenheit versunken war.

Nach dem Wiederaufblühen derselben, mit dem Ende des fünfzehnten und dem Anfange des sechszehnten Jahrhunderts, beginnen denn nun auch wieder die ersten Spuren eines erneuten Interesses für das Studium der Beschaffenheit und der Geschichte der Erdrinde. Es geschah dieſs zuerst in Italien, wo überhaupt damals die Kultur aller Wissenschaften besonders kräftig sich wieder zu regen begann, und hier war es denn auch, wo man zuerst wieder auf das Vorkommen von Resten früherer Meeresbewohner im Innern des Festlandes aufmerksam wurde, welches zu beobachten freilich auch die Beschaffenheit jenes Landes sehr günstige Gelegenheiten darbot. Eine der ersten öffentlich bekannt gewordenen Bemühungen dieser Art, welche durch wissenschaftliche Streitigkeiten bezeichnet wurde, fand im J. 1517 zu Verona statt. Als man nämlich dort zur Befestigung der Stadt Ausgrabungen bei Errichtung der Citadelle St. Felix anstellte, fand man eine groſse Menge von Meeresmuscheln und andern organischen Körpern, welche die Aufmerk-

*) Veränderungen der Erdoberfläche, I. p. 406.

samkeit der Naturforscher auf sich zogen. Man bezog dieselben zuerst auf die Sündfluth, und sah sie als einen deutlichen Beweis der Richtigkeit von der mosaischen Schöpfungsgeschichte an.

Ein ausgezeichneter Gelehrter jedoch, Fracastoro*), glaubte dieser Ansicht widersprechen zu müssen; er erwies mit siegreichen Gründen, dafs die fossilen Muscheln wirklich an dem Orte, an welchem sie gegenwärtig gefunden werden, einst gelebt haben müfsten, und widerlegte die gleichzeitig von Andern aufgestellte absurde Meinung, dafs sie die Produkte einer sogenannten *vis plastica* seyn könnten. — Die Mosaische Fluth aber, meinte er, könne das Vorkommen dieser Reste nicht erklären, denn sie sey nur vorübergehend gewesen und habe aus süfsem Wasser bestanden, während die ausgegrabenen Ueberreste Meeresbewohnern angehört hätten. Eine schnell vorübergehende Fluth aber, so folgerte er weiter, würde die von ihr fortgeschwemmten organischen Reste auf der Oberfläche zerstreut, nicht aber sie tief im Innern der Erdschichten vergraben haben. Diese gewifs sehr gesunde Ansicht ist um so merkwürdiger und verdient um so mehr deshalb hervorgehoben zu werden, da noch wohl drei Jahrhunderte später, bis in die Zeiten unserer gegenwärtigen Tage, dieselbe Frage immer wieder von Neuem aufgeworfen worden ist, und da fortwährend später oft die ausgezeichnetsten Gebirgsforscher Zeit, Mühe und Scharfsinn vergeblich aufwendeten, um die Resultate von den Erforschungen der Erdrinde mit der Sündfluth der Bibel in Uebereinstimmung zu bringen; wovon die Folge noch sehr zahlreiche Beispiele wird liefern können.

Ueberhaupt aber ist der Gang, welchen die Wissenschaft bald nach ihrem Wiederaufleben in Beziehung auf unsern Zweig der Betrachtung zu nehmen begann, ein

*) *Museum Calceolarii, p.* 407.

in hohem Grade vernunftgemäfser und befriedigender; denn gleichzeitig mit Fracastoro traten auch aufser Italien einige sehr ausgezeichnete Männer auf, welche mit lebhaftem Eifer und klarem Verstande sich der Erforschung der Eigenthümlichkeiten unserer Erdrinde widmeten. Unter diesen Männern sind besonders zwei sehr hervorragend, nämlich ein Deutscher, Georg Agricola, und ein französischer Naturforscher, Bernard Palissy, von welchen daher hier einige Worte.

Georg Agricola, welcher schon von seinen Zeitgenossen die Zierde Deutschlands und seiner Zeit genannt wurde, war zu Glaucha in Sachsen 1494 geboren und starb am 21. November 1555. Ihn beschäftigte in der ersten Zeit seines Lebens vorzugsweise das Studium der alten Schriftsteller, auf welchem allein die wissenschaftliche Bildung jener Zeiten wahrhaft begründet war. Er widmete sich darauf mit besonderer Vorliebe dem Studium der Heilkunde, machte eine Reise nach Italien, der damaligen Wiege aller wissenschaftlichen Kultur, und nachdem er dort die Doktorwürde erlangt hatte, kehrte er 1527 nach Deutschland zurück, um als Arzt in der wegen ihrer reichen Silberbergwerke damals so sehr berühmten Bergstadt Joachimsthal im böhmischen Erzgebirge zu leben, von wo er später seinen Wohnort nach Chemnitz verlegte. Der Aufenthalt zu Joachimsthal veranlafste ihn, eine besondere Sorgfalt und eifriges Studium auf die Kenntnifs des Bergbaues und der mineralogischen Wissenschaften zu wenden, und wir können ihn nach dem, was er darin geleistet, sehr füglich als den wissenschaftlichen Begründer dieser Zweige der Erkenntnifs in unserem Vaterlande ansehn, als den Vater der deutschen Mineralogie und Bergbaukunst. In Beziehung auf den Bergbau trat er namentlich zuerst schon im J. 1528 als Schriftsteller auf, durch die Herausgabe einer kleinen Schrift unter dem Titel: ***Bermannus sive de re metallica***, welche, in Gesprächsform bearbeitet, sehr viel

schätzbare Nachrichten über den Bergbau seiner Zeit und über die Verhältnisse metallischer Lagerstätten enthält, welche damals im groſsen Publikum noch völlig unbekannt waren. Wahrhaft klassisch indeſs ist sein späteres, etwa 1544 erschienenes groſses Werk *de re metallica libri duodecim*, welches eine vollständige wissenschaftlich geordnete Darstellung des Bergbaues und der Hüttenkunde seiner Zeit enthält, aus welchem sich viel merkwürdige Nachrichten über den innern Bau der metallführenden Gebirge hervorheben lassen. Ungleich einfluſsreicher indeſs waren unstreitig für die allgemeine Naturwissenschaft seine kurz nach einander in dem Zeitraume von 1533 — 43 erschienenen Schriften:

De ortu et causis subterraneorum Libri V.
De natura eorum quae effluunt e terra L. IV.
De natura fossilium L. X.
De veteribus et novis metallis L. II.

Von diesen Schriften enthalten die ersten beiden eigentlich eine fast vollständige physikalische Geographie in einer Weise bearbeitet, wie sie der Geognosie fast zur nothwendigen Einleitung dient, und wie sie mit den Ergebnissen späterer Beobachtungen bereichert erst wieder mehr als zwei Jahrhunderte später durch den groſsen schwedischen Naturforscher Torbern Bergmann bearbeitet wurde. Bei Agricola sind insbesondere die aus den Arbeiten der Alten geschöpften Kenntnisse noch von groſsem Einfluſs, indeſs sind sie mit durchdringender gesunder Kritik und mit Hinzufügung vieler eigenen schätzbaren Beobachtungen und Erfahrungen verbunden, auf welche wir noch heute bei Behandlung dieses Zweiges der Wissenschaft oft wieder zurückzugehen genöthigt sind. Insbesondere sind seine Ansichten von der Entstehung der Quellen, von den Ursachen der Erdbeben und der Wirkung der Vulkane, welche er theilweise als Augenzeuge nach den Ergebnissen seiner Reise in Italien beschrieb, seine Darstellung der Atmosphäre und der in

ihr vorgehenden Bewegungen, höchst verständig und für seine Zeit merkwürdig gründlich, ja sie sind selbst zum Theil bis in die neueste Zeit, besonders für Vulkane und Erdbeben, noch wenig erreichte Muster geblieben.

Die beiden letztgenannten Schriften endlich enthalten die erste und für jene Zeit wirklich höchst vollständige Behandlung der Oryktognosie, und wir sehn den Verfasser hier mit lebhaftem Interesse zur Unterscheidung der Mineralkörper die Methode der äuſseren Kennzeichen in einer Vollkommenheit anwenden, welche ihn unmittelbar als den Vorgänger seines Landsmannes G. A. Werner erscheinen läſst, dessen zuerst vorgetragenes neues Mineralsystem seiner Wissenschaft namentlich in Deutschland so unberechenbaren Vortheil gebracht hat. Die zuletzt genannte Schrift endlich enthält noch viel merkwürdige Notizen über das, was besonders den Alten von dem Vorkommen und den Eigenschaften der Metalle bekannt war, und nur die einförmige Beschaffenheit der Gebirgsgegenden, welche Agricola bewohnte, erklärt es, daſs wir von ihm keine gröſsere Uebersicht über den innern Bau und die Beschaffenheit der Gebirge im Allgemeinen erhalten haben. Das groſse Interesse übrigens, welches die Schriften dieses merkwürdigen Mannes noch heute zu erregen geeignet sind, erklärt es, daſs dieselben erst in ganz neuer Zeit wieder groſsentheils in deutscher Uebersetzung erschienen sind. Wir erhielten nämlich:

1) G. Agricola's Bermannus als Einleitung in die metallurgischen Schriften desselben, mit vielen Anmerkungen übersetzt und herausgegeben von F. A. Schmidt. Freiberg 1806,

wobei viel kritische Nachrichten über Agricola's Leben und Schriften.

2) G. Agricola's mineralogische Schriften, übersetzt und mit Anmerkungen herausgegeben von Ernst Lehmann. Freiberg 1816,

worin die vier letztgenannten Schriften mit vielen nützlichen Zusätzen und Vergleichungen enthalten sind.

Eine Sammlung sämmtlicher hierher gehörigen Schriften von Agricola im Originale mit vielen beigefügten Holzschnitten, welche insbesondere die hüttenmännischen Operationen vorstellen, ist zu Basel im J. 1657 erschienen, und einige beachtungswerthe Notizen über das Leben und die Wirksamkeit dieses merkwürdigen Mannes befinden sich im Neuen Bergmännischen Journale Bd. IV. 1816. p. 596.

Bernard Palissy war ein etwas späterer Zeitgenosse des Agricola, etwa um 1515 geboren und starb 1589 (aus Agen in Aquitanien), fast mehr Künstler als Gelehrter, da er sich besonders durch seine Töpferarbeiten und die Kunst ein Email zu bereiten, bei seinen Zeitgenossen und besonders bei König Heinrich II. u. III. Ruhm und Achtung erwarb. Er war als Gelehrter durch tiefe Bildung nicht mit Agricola zu vergleichen, auch war er kein seine ganze Wissenschaft umfassender systematischer Schriftsteller. Doch sammelte er eine Menge merkwürdiger Beobachtungen über das Vorkommen und die Entstehung der Versteinerungen, über die zum technischen Gebrauch nützlichen Erd- und Steinarten und Metalle, über Entstehung der Quellen; denn er bereiste aufmerksam ganz Frankreich und einen Theil von dem Norden Deutschlands. Auch war er der Erste, welcher in Paris ein wissenschaftlich geordnetes Kabinet für Naturgeschichte anlegte, und mit grofsem Eifer und Erfolg dort diese Wissenschaften lehrte. Seine Schriften enthalten viel Merkwürdiges für physikalische Geographie, Geognosie und für die Würdigung des Zustandes der Chemie seiner Zeit. Sie sind in neuester Zeit wieder gesammelt und mit einigen lehrreichen Notizen versehn worden unter dem Titel: *Oeuvres de Bernard Palissy, revues sur les exemplaires de la bibliothèque du Roi, avec des*

Notes par MM. Faujas de St. Fond, et Gobet. Paris 1777. —

Nach diesen beiden so bedeutenden Männern verging fast ein volles Jahrhundert, in welchem unsre Wissenschaft keine bemerkenswerthen Fortschritte gemacht hat. Die Reformation mit dem Aufschwunge, welchen sie in den Geistern hervorbrachte, und von welchem sowohl Agricola als Palissy mächtig, wenn gleich in entgegengesetzter Richtung, ergriffen wurden, war vorübergegangen, und den nachfolgenden Zeitraum bezeichnen für uns wesentlich die nie wieder später mit solchem Eifer geführten Streitigkeiten über den Ursprung der Versteinerungen, sey es als *lusus naturae*, sey es als Reste des Meeres und einer untergegangenen Thier- und Pflanzenschöpfung. Wir sind natürlich weit entfernt, auf dieses Feld unfruchtbarer Diskussionen näher eingehen zu wollen, und nennen nur aus dieser Zeit als den bemerkenswerthesten Gelehrten Fabius Colonna, welcher der Erste war, der unter den fossilen Schaalthieren einen Unterschied zwischen solchen machte, welche auf dem Lande und im süfsen Wasser, und zwischen denen, welche im Meere gelebt haben *).

Dagegen war der nächsten Folgezeit die Erscheinung eines Mannes aufbehalten, welcher zuerst unter allen die genauere Zusammensetzung der Erdrinde in seinen Umgebungen zum Gegenstande eines besondern Studiums machte, und welcher daraus für die Bildungsweise derselben allgemein wichtige Folgerungen ableitete. Dieser Mann, welchen wir demnach füglich den Schöpfer der modernen Geognosie nennen können, war Nikolaus Stenon. Von Geburt ein Däne (wahrscheinlich Namens Steen) kam er nach Italien, um sich, wie Agricola, dort dem Studium der Arzneiwissenschaft zu widmen; er blieb indefs dort, war längere Zeit hindurch Professor

*) *Osserv. sugli animali aquat. e terrest.* 1626.

der Anatomie zu Padua, und nachdem er mehrere anatomische Schriften verfaſst hatte, ward er als Leibarzt nach Florenz an den Hof des Herzogs von Toskana, Ferdinands II., berufen. Dort reizten die vielen auf der Oberfläche des Landes zerstreuten Reste von Meeresthieren seine Aufmerksamkeit; ganz besonders waren es Untersuchungen über Haifischzähne, zusammen mit Muscheln gefunden, die ihn, nach sorgfältiger Vergleichung mit den Zähnen eines frisch aus dem Mittelmeere erhaltenen Haifisches, veranlaſsten, der Zusammensetzung der Berge und den Veränderungen, welche die Oberfläche des Festlandes nach ihrer Bildung möchte erfahren haben, eine gröſsere Aufmerksamkeit zu widmen. Ihn beschäftigten sehr glückliche Betrachtungen über das Wachsthum oder die Krystallbildungen der Steine, in welchen wir bereits deutlich die ersten Keime zu den neueren Entdeckungen von Romé de l'Isle und Haüy finden, und eben so auch das Studium von der Bildung der Erdrinde. Er legte seine Forschungen in einem für alle Zeiten merkwürdigen, jetzt seltenen Buche nieder, dem er den Titel:

De Solido intra solidum naturaliter contento, 1669 gab, indem er damit Steine, Krystalle und fossile organische Reste meinte, welche in den Gesteinen der Erdrinde eingeschlossen vorkommen.

In diesem merkwürdigen Buche, von welchem wir erst neuerlichst eine sehr anziehende, mit Bemerkungen begleitete Analyse durch Elie de Beaumont *) erhalten haben, finden wir zuerst die Bemerkung hervorgehoben, daſs die Erdrinde, so weit Stenon sie untersucht hatte, aus parallel übereinander gelagerten Schichten aufgebaut sey. Solche Schichten aber, erklärt Stenon, können um so mehr, wenn sie Fossilien-Reste einschlieſsen, nicht anders entstanden seyn, als wie wir dieſs

*) *Ann. des Sc. nat. Tom. XXV. p.* 337 *sq.* 1831.

heute noch von den schichtenförmigen Absätzen erdiger Massen beobachten, welche in Flüssigkeiten aufgelöst oder schwebend enthalten sind, und dann, wenn sie nicht länger in diesem Zustande zu bleiben vermögen, aus denselben niederfallen. Es geschieht dies vorzüglich und besonders bei einer in dem Wasser mechanisch suspendirten staubartigen Substanz nach den Gesetzen der Schwere. Die schwersten Stoffe fallen zuerst nieder, und so dachte sich Stenon in einer Weise, die sich ganz insbesondere bei Konglomeratbildungen bestätigt findet, die Hauptmasse der Erdrinde gebildet. Er unterschied dabei sehr scharfsinnig und fruchtbar schon die von ihm so genannten Inkrustationen von den Niederschlägen *(sedimenta)*, welche die Schichten bilden. Die einen werden, so sagt er, der Oberfläche, auf welcher sie sich absetzen, parallel, die andern haben, wenn sie auch den Unebenheiten, auf welchen sie sich absetzen, sich anschmiegen, immer eine mehr oder minder der Horizontalen genäherte Oberfläche; so z. B. wenn auf dem Grunde eines Flusses sich Inkrustirungen bilden, so lassen sie die Unebenheiten desselben nicht verschwinden, sondern sie folgen ihnen und bilden sie neu ab; Niederschläge *(sedimenta)* aber von Sand, Thon und ähnlichen Massen füllen die Unebenheiten mehr und mehr aus, und verwandeln deren Oberfläche in eine mehr oder minder gleichförmige Ebene. Doch Stenon ging noch viel weiter. Er schlofs zunächst aus der Verbreitung der Substanzen, welche gewisse Schichten bilden, auf die Verbreitung des Fluidums, in welchem sie ursprünglich suspendirt waren; so gestalteten sich bei ihm zuerst die Vorstellungen von allgemein verbreiteten Bildungen, aus dem grofsen Gewässer des Meeres abgesetzt, und von mehr lokalen Produktionen, zu welchen das Uebertreten von Flüssen, stehende Seebecken oder die Nachbarschaft der Beunruhigung von vulkanischen Eruptionen mufste Veranlassung gegeben haben; eine Vorstellung, welche

erst mehr als ein Jahrhundert später wieder aufgenommen, und damals noch von keinem seiner Zeitgenossen begriffen, unsere Ansichten von der Bildung der Erdrinde in so bedeutungsvoller Weise gefördert hat.

Stenon bemerkte indeſs sehr bald bei dem Versuche, seine Vorstellungen auf die Natur anzuwenden, daſs die Schichten unserer Erdrinde nicht immer, ja in manchen Landstrichen nur in verhältniſsmäſsig seltenen Fällen horizontal liegen; er fand vielmehr, daſs sie sehr häufig vertikal, oder der Senkrechten genähert stehn, daſs sie gebogen, zerbrochen und oft aufs Mannigfaltigste verschoben und zerrüttet durcheinander geworfen gefunden werden. Er sah mit sehr richtigem Blick, daſs dieses Verhältniſs mit den Unebenheiten, den Bergen und Thälern an unserer Erdoberfläche in Zusammenhang stehe; denn wenn die Schichten sich noch in der Lage befänden, in welcher sie ursprünglich niedergeschlagen wurden, so müſste unsre Erdoberfläche eine gleichförmige, aus horizontalen und parallel übereinander gelagerten Schichten gebildete, ebene Beschaffenheit haben; eine Wahrheit, welche leider in den nachfolgenden Zeiten nur zu lange übersehen worden ist. Da sich nun aber mithin die Schichten der Erdrinde gegenwärtig in Verhältnissen finden, in welchen sie ursprünglich nicht können gebildet worden seyn, so war Stenon genöthigt, Ereignisse anzunehmen, welche diese Störungen der ursprünglichen Verhältnisse bewirkt hatten. Die Ursache derselben aber fand er sehr natürlich in den in Italien so wohl bekannten Einflüssen der Erdbeben und der Erscheinungen vulkanischer Ausbrüche. Eine senkrecht aufwärts wirkende Kraft hatte die Schichten zerbrochen, die festen Steine in Blöcke zersprengt und die erdigen Schichten zu Pulver zerstreut; aus dem Erdinnern hatte die Hitze das Wasser in Dampfform herausgetrieben, dadurch einzelne Theile der Erdrinde aufgelöst und zur Seite geschoben; dadurch waren denn in dem Innern derselben groſse Höh-

lungen entstanden, und er glaubte: es sey hauptsächlich der Einsturz von der Decke derselben gewesen, welcher die Unebenheiten des Bodens und die Verstürzungen und Biegungen der Schichten erzeugt hätte. Schon bewundernswürdig richtig sah Stenon in den bei dieser Gelegenheit entstandenen Rissen der Schichten die Bildung der Gänge, welche sich später erst mit Mineralien und Erzen erfüllt hätten, und er widerlegte dabei ausdrücklich die abenteuerlichen Vorstellungen seiner Vorgänger, welche die Erzgänge gewissermafsen wie die Verzweigungen eines in der Erde steckenden Metallbaumes zu betrachten gewohnt waren, welcher tief im Innern derselben seine goldenen Wurzeln habe.

Stenon versuchte diese seine Vorstellungen speciell auf die Bildung der Erdrinde des Landstriches anzuwenden, welcher zunächst in dem Gebiete seiner Beobachtungen lag, auf Toskana. Er fand hier zuerst, dafs die Erscheinungen der Schichtenbildung und der Verstürzung sich nach zwei wesentlich von einander getrennten Perioden unterscheiden lassen. Er fand, dafs die Gesteine, welche Toskana bilden, in zwei von einander durchaus geschiedenen Absätzen müfsten entstanden seyn; in der älteren Zeit, welche die Apenninen und alles höhere Gebirge bildete, müsse das Meer weder Thiere noch Pflanzen enthalten haben, und ohnerachtet dieser Satz in seiner Anwendung dort sich späterhin nicht strenge richtig erwiesen hat, so finden wir doch hier den Grundsatz zuerst ausgesprochen, dafs es Gebirge gebe, welche vor der Entstehung organischer Wesen geschaffen wurden. Nachdem diese Erzeugnisse der ersten Meeresbedeckung ursprünglich wagerecht abgesetzt, zu trocknem Lande geworden und durch Verstürzungen die Oberfläche mit Bergen und Thälern gebildet hatten, erschien nun die zweite Meeresbedeckung, welche die reichlich mit Schaalthieren und Pflanzenresten erfüllten Schichten der so mächtigen (heute sogenannten) Tertiär-Formation von

Toskana absetzte. Auch diese ward von dem Meere wieder befreit und mit Unebenheiten versehen, wie die vorige, und so liefsen sich denn also in der Bildungsgeschichte dieses Landes deutlich sechs von einander verschiedene Zustände unterscheiden, *sex distinctae Etruriae facies ex praesenti facie Etruriae collectae.* Zweimal war das Land bis zu den höchsten Bergspitzen vom Meere bedeckt worden, zweimal war es mit ebener Oberfläche aus dem Meeresgrunde hervorgetreten, und zweimal war es durch Einstürze und Erhebungen mit den gegenwärtig auf ihm vorkommenden Unebenheiten versehen worden. —

Stenon glaubte hiebei beweisen zu können, dafs diese seine Ansicht keinesweges mit den Darstellungen der heiligen Schrift sich im Widerspruche befände; indefs hat ihn doch die Nothwendigkeit, darauf bedacht zu seyn, nichts der Bibel Widersprechendes vorzutragen, sehr sichtlich in der Entwickelung seiner Vorstellungen eingeschüchtert, und er wäre gewifs noch zu allgemeineren Resultaten gelangt, wenn er sich in dieser Beziehung auf den richtigen Standpunkt zu stellen gewufst, den Weg der Naturbetrachtung ohne Nebenrücksichten verfolgt hätte, der endlich doch, wenn auch über das Irdische hinaus, mit der Offenbarung zusammentreffen mufs. Ich bin in der Erläuterung dieser Ansichten ausführlicher als bei andern gewesen, weil es Thatsache ist, dafs von den Nachfolgern Stenon's kein Gebirgsforscher bis auf Werner und seine Zeitgenossen die Wissenschaft aus einem so fruchtbringenden Standpunkte ergriffen, kein einziger so viele später wieder bestätigte Vorstellungen in dieselbe zuerst eingeführt hat. Die meisten seiner Nachfolger sind sogar weit hinter diesem schöpferischen Genius zurückgeblieben, und wir haben deshalb nur sehr wenig von bemerkenswerthen Fortschritten in unserer Kenntnifs von der Bildung der Erdrinde in dem nächst auf ihn folgenden Jahrhunderte zu berichten.

Unstreitig der erste Fortschritt, welcher nach Stenon in der Bildungsgeschichte der Erdrinde gemacht ward, betraf die Kenntnifs der in den Erdschichten begrabenen Thierreste. Italien, wo so viele derselben und so wohl erhalten vorkommen, schien zur genaueren Ermittelung ihrer Verhältnisse dennoch keinesweges geeignet; denn die meisten derselben sehen so völlig den im nahen Meere lebenden ähnlich, ja sie gleichen ihnen so vollkommen, dafs wir sie noch heute von denselben kaum, oft gar nicht zu unterscheiden vermögen. Es war daher einem Engländer aufbehalten, uns zuerst über diesen Gegenstand näher aufzuklären. Diefs war Martin Lister, bekannt als einer der ausgezeichnetsten Konchyliologen aller Zeiten und einer der Begründer der Konchylienkunde. In einer Abhandlung in den Philosophischen Transactionen von 1671 (No. 76, p. 2281) machte derselbe zuerst bekannt, dafs er bei einer aufmerksamen Betrachtung der in den englischen Steinbrüchen so häufig vorkommenden Konchylien gefunden habe, es seyen dieselben zwar in ihren Formen den noch lebenden Gattungen, wie *Murex*, *Tellina*, *Turbo* u. s. w., sehr ähnlich, aber es ergebe sich bei genauerer Vergleichung, dafs sie völlig von denselben abweichen. Er fand ferner zuerst, was für die Betrachtung von der Bildung unserer Erdrinde gegenwärtig so wichtig geworden ist, dafs auch in den verschiedenen Schichten der Gesteine immer von einander völlig verschiedene Muschelformen, und in denselben Schichten dagegen immer wieder auch nur dieselben Thierreste gefunden werden. Ohnerachtet dieser so wichtigen und in der Folge so ganz entschieden bestätigten Wahrnehmung ist es in der That äufserst sonderbar, dafs Lister nebenbei eine sehr wunderliche und naturwidrige Ansicht von dem Wesen der Versteinerungen überhaupt hatte. Er glaubte nämlich, die eben erwähnten Eigenthümlichkeiten liefsen sich nur dadurch erklären, dafs diese vermeintlich in den Steinen eingeschlos-

senen Muschelkerne in der That nie als Schaalthiere gelebt hätten; es seyen eben dieselben Theile der Gesteine, in welchen sie vorkommen, die Eisenstein-Muscheln seyen eben nur Eisenstein, die Kalkstein- und Mergel-Muscheln nur Kalkstein und Mergel, welche durch irgend eine uns unbekannte Ursache diese muschelähnliche Form angenommen hätten. Lister nannte deshalb die Versteinerungen mit besonderm Bedacht *lapides sui generis*, und er glaubte hiemit, wie dieſs so häufig geschieht, wenn ein Wort an die Stelle der Sache gesetzt wird, Alles erklären zu können. Wir brauchen hier um so weniger auf die Widerlegung dieser durchaus verkehrten Ansicht einzugehen, als wir bereits oben das Irrige derselben dargelegt haben.

Lister hat indeſs noch ein anderes Verdienst um die Fortbildung unserer Wissenschaft: er war nämlich der Erste, welcher im J. 1684 *) den Vorschlag machte, geognostische Karten (*Mineral Maps*) zunächst von England zu entwerfen. Wir werden, so sagt er, erst vollkommen in den Stand gesetzt, über die Bildung der Erde zu urtheilen, wenn wir dieselbe so genau, als menschliche Kunst es vermag, von oben niederwärts untersuchen. Man muſs deshalb auf Karten die Beschaffenheit des Bodens durch Farben unterscheiden und vorzugsweise auf die Grenzen der verschiedenartigen Gesteine besondere Sorgfalt verwenden. Die Ausführung eines solchen Planes aber, meint er, müsse für jetzt noch der Betriebsamkeit späterer Zeiten überlassen bleiben, und bekanntlich ist auch noch mehr als ein Jahrhundert verflossen, bevor W. Smith 1816 eine geognostische Karte von England wirklich zu Stande gebracht hat.

Unter den späteren Zeitgenossen von Lister, welche für die Fortschritte der Geologie mitgewirkt haben, müssen wir hier noch ganz besonders seinen Landsmann

*) *Philos. Transact. Nro.* 164, *p.* 739.

Robert Hooke hervorheben, welcher einer der ausgezeichnetesten Mathematiker und Naturforscher seiner Zeit war. In seinen nachgelassenen Werken, geschrieben 1688—89 etc. *(Posthumous Works)*, welche erst mehrere Jahre nach seinem Tode, 1705, in einem Foliobande erschienen, finden sich viele merkwürdige und klar dargelegte Ansichten. Hooke suchte zunächst die wunderliche Ansicht Listers von dem Wesen der Versteinerungen zu widerlegen, und sprach die feste Ueberzeugung aus, dafs die sogenannten Figuren-Steine wirklich einst das gewesen seyen, was sie darstellen, oder Reste von Thieren in Stein abgedrückt, eingeschlossen und erhalten. Der Ausdruck „Naturspiele" schien ihm lächerlich und verwerflich. — Da nun aber unter diesen Versteinerungen entschieden so viele vorkommen, welche von den jetzt noch lebenden Thierformen in der That abweichen, so schlofs er, sie seyen ausgestorben, oder bei früheren Zerstörungsereignissen vertilgt worden. Man hatte ihm, bewogen durch die damals herrschenden religiösen Ansichten, eingewendet, diese seine Vorstellungen von dem Aussterben ganzer Gattungen sey eine Annahme, welche der Weisheit und Allmacht des Schöpfers widerspreche; er antwortete: eben so gut als Individuen sterben, könnten auch ganze Gattungen sterben, er zeigte, dafs in der heiligen Schrift an mehreren Orten davon deutlich die Rede sey, dafs unser ganzes Weltsystem einer einstigen Auflösung entgegengehe, und wenn einmal alle Thiergattungen untergehen müfsten, so könne diefs ja auch wohl allmälig nacheinander geschehn. Doch er ging in seinen Vorstellungen von den untergegangenen Thierarten der Vorwelt noch weiter; er fand nämlich zuerst, dafs solche Thierarten in England in Gebirgsschichten vergraben vorkämen, wie sie nur Erzeugnisse eines wärmern Klima's erwarten liefsen, so die grofsen Schildkröten von der Halbinsel Portland, die grofsen Ammoniten von Lyme Regis, und er schlofs daraus, es sey nöthig vorauszusetzen,

dafs

dafs einst ganz England unter dem Meere und zwar in einer heifsen Zone gelegen habe. Er suchte ferner diefs merkwürdige Verhältnifs durch die, nach ihm so häufig wieder vorgetragene Muthmafsung zu erklären, dafs die Neigung der Erdaxe gegen die Ebene der Erdbahn nicht zu allen Zeiten dieselbe gewesen, sondern dafs sie gewissen Abweichungen, ähnlich denen der Magnetpole, unterworfen sey, wodurch denn natürlich auch die Vertheilung der Klimate sich verändern müfste. Wir finden endlich auch in den Schriften von Hooke noch viele sehr schätzbare Nachweisungen über Erdbeben und deren Wirkungen, mit hinweisenden Bemerkungen auf die Veränderungen, welche diese Ereignisse in früheren Perioden der Erdbildung müssen hervorgebracht haben.

Nächst den der Wissenschaft doch noch wesentlich förderlichen Arbeiten dieser beiden Naturforscher würden wir im Stande seyn, sowohl unter den Zeitgenossen derselben als auch noch später bis fast in das letzte Viertheil des 18ten Jahrhunderts eine grofse Zahl von Versuchen anzuführen, welche mit mehr oder minder Aufwand von Scharfsinn gemacht worden sind, um die Entstehung und Ausbildung unseres Erdkörpers oder die seiner Mineralrinde zu erklären. Leider war aber der Geist des Beobachtens und Sammelns genau ermittelter Thatsachen, welcher die Vorgänger so glücklich beseelt hatte, aus diesem Zweige der Naturwissenschaft in der angedeuteten Zeit-Periode fast gänzlich verschwunden; die Neigung, die Entstehung der Erde genau aus den Worten der mosaischen Schöpfungsgeschichte erklären zu wollen, hatte sich aller Köpfe, welche sich Forschungen dieser Art zuwendeten, in so hohem Grade bemächtigt, dafs es unmöglich wurde, Thatsachen zu begreifen und zu deuten, welche nach den beschränktesten Vorstellungen und ohne nahe Einsicht in die Sachen mit den Darstellungen der Bibel irgend in Widerspruch zu stehn schienen. So geschah es, dafs man, um die bereits bekannten

Thatsachen mit den einmal vorgefafsten Ideen in Einklang zu bringen, nicht selten an der Richtigkeit derselben willkührlich deutete, oder zu den wunderlichsten, phantastischsten Hülfsmitteln im Gebiete oft ganz aus der Luft gegriffener Hypothesen seine Zuflucht zu nehmen genöthigt war. Die Wissenschaft wurde daher in diesem Zeitraume wohl kaum um irgend eine fruchtbringende Thatsache oder um eine nützliche Kombination von Gedanken bereichert, und wir sehn sie in diesem Zeitraume eher zurückgehn, als vorwärtsschreiten. Ja es ist sehr natürlich, dafs sich bei dem mit klarer Einsicht und Liebe für das Fortschreiten in der Erkenntnifs begabten Theile der Naturforscher sogar ein ganz entschiedener Widerwille gegen diesen Zweig der Wissenschaft einstellte, und dafs deshalb oft sehr spöttische und satyrische Bemerkungen über die Bemühungen der Geologen dieser Zeitperiode gelesen werden. Buffon sagte, es müsse den Geologen unserer Zeit gehen, wie schon Cicero von den Auguren sagt, dafs sie einander nicht wohl begegnen könnten, ohne zu lachen, und Lichtenberg, welcher die geologischen Ansichten des unmittelbar vor ihm liegenden Jahrhunderts kurz zusammenstellte, machte die Bemerkung, dafs sie, wenn auch nicht Beiträge zur Geschichte der Erde, doch einen sehr merkwürdigen Beitrag zur Geschichte des menschlichen Verstandes, und zwar seiner Verirrungen, darbieten.

Unter diesen Umständen wäre es nicht passend, bei einer Darstellung der in dieser Zeit vorgetragenen Theorien ausführlich zu verweilen; doch scheint es zweckmäfsig, noch kurz einige der bedeutendsten jener Männer zu nennen, welche, in so unfruchtbarer Richtung befangen, den Versuch machten, unsere Wissenschaft auf einem Wege zu fördern, welchen erst die neuere Zeit glücklicherweise wieder verlassen hat.

Unter denjenigen zunächst, welche eine wörtliche Erklärung der heiligen Schrift als den Hauptzweck aller

geologischen Forschungen anzusehn schienen, sind ganz besonders einige Engländer zu nennen, welche im Beginn dieser Periode mit ihren Hypothesen grofses Aufsehen machten.

Thomas Burnet *Telluris theoria sacra. Londini* 1681. — Diese Schrift stellt unsre Erdrinde als eine auf dem Wasser gleichsam zusammengeronnene, auf ihm schwimmende Kruste dar, welche bei ihrer Austrocknung zerrifs und zerbrach; das Einstürzen derselben erzeugte die Sündfluth, und die gegenwärtige Erdoberfläche wurde aus den Trümmern der alten Rinde wieder zusammengeschwemmt.

John Woodward *An essay towards the natural history of the earth. London* 1685. — Woodward war Professor zu Cambridge, wo noch gegenwärtig sein Andenken in einer, von ihm gestifteten Professur und in einer bedeutenden Sammlung erhalten ist. Er war ein unterrichteter Physiker, und wendete seine Aufmerksamkeit ganz besonders auf die, in den Gebirgsschichten von England so sehr verbreiteten Reste von Meeresthieren; seine Erklärungsversuche über ihr Vorkommen aber waren im höchsten Grade wunderlich und unglücklich. Er nahm an, die Erde sey eine ungeheure Wasserkugel gewesen, von einer starken festen Rinde umschlossen. Diese Rinde mufste nun plötzlich durch den Willen der Allmacht zerbrechen und die Wasser mufsten aus den so entstandenen Spalten hervortreten; diefs war die Sündfluth. Diesem so ganz unmotivirten Vorgange folgte indefs nun plötzlich ein anderer, wo möglich noch weniger zu begreifender. Es ward nämlich für einen Augenblick alle Kohäsion aufgehoben, so dafs sich alle festen Körper in Wasser auflösen konnten; nur die Muscheln, Seethierreste und Knochen blieben fest und lösten sich nicht auf. Als daher die Kohäsion gleich darauf wieder eintrat, wurden diese fremdartigen Körper in die sich nun niederschlagenden Erdschichten eingehüllt. Es bildete

sich ein neues festes Gewölbe um das Centrum der Erde. Durch einzelne Spalten desselben zog sich das Wasser in die Tiefe des innern leeren Raumes zurück, es drängte die Kruste verschiedenartig auseinander, einzelne Theile wurden gehoben, während andere einsanken, und so entstanden Berge und Thäler und die verschiedenartigen Neigungen vormals koncentrischer Schichten. Die Meeresbetten blieben offen und in Kommunikation mit der innern grofsen Wasserkugel. Diese Theorie ist so wenig begründet, entbehrt so sehr aller Konsequenz und des Zusammenhanges mit den Erscheinungen, dafs es gänzlich überflüssig ist, zu ihrer Widerlegung ein besonderes Argument anzuführen.

William Whiston *A new theory of the earth. Lond.* 1708. — Whiston war mehr Astronom und Geometer, als die Vorigen, daher in seinen Ansichten sehr eigenthümlich. Die Erscheinung des gröfsesten unter den bis jetzt bekannt gewordenen Kometen zu seiner Zeit, des von 1680, übte auf seine Erklärungsversuche einen vorwaltenden Einflufs. Er nahm an, unser Erdkörper sey zu den Zeiten des Chaos selbst ein Komet gewesen, und zwar ein Komet mit sehr excentrischer Bahn. Er habe daher abwechselnd sich der Sonne sehr genähert und eine ungeheure Hitze erfahren, wobei er an der Oberfläche theils geschmolzen und verglast sey, dann aber habe er sich wieder unendlich weit von der Sonne entfernt und sey an der Oberfläche gefroren. Dieses Chaos nun endlich regelte sich an dem ersten von Moses genannten Schöpfungstage, indem da der Komet eine elliptische, der kreisrunden nahe stehende Bahn erhielt. Er ward ein Planet, gerade als er von der Sonne verbrannt war. Nun kühlte der geschmolzene Körper sich ab und erhielt etwa in 6000 Jahren seine gegenwärtige Mitteltemperatur. Seine Bestandtheile ordneten sich, die ihn umgebenden Wasserdünste schlugen sich tropfbar flüssig nieder und die Gewässer schieden sich von der Atmo-

sphäre. Doch war ein Theil des Wassers dabei in das Innere gekommen und sammelte sich dort in Höhlen, welche von dünnen Pfeilern gestützt waren. Die Decke derselben stürzte ein und es entstanden Berge und Thäler. Nun zog der Komet von 1680 vorüber, am 18. Novbr. vor 2365 Jahren, und er berührte die Erde mit seinem Schweif. Dadurch ward eine aufserordentliche Menge Wasser angezogen, es stürzte über die Oberfläche des Festlandes, wobei zugleich noch das Wasser aus der Tiefe hervorbrach, und es entstand so die Sündfluth. Nachdem sie die ganze Erde bedeckt und die höchsten Berge überschwemmt hatte, die sie mit Meeresprodukten überschüttete, verlief sich das Wasser theils in's Innere, theils durch Verdunstung, und die neue Erde stand nun fertig da.

Alle Theorien jener Zeit sind den angeführten darin gleich, dafs sie völlig unfruchtbar waren, und es lohnt nicht der Mühe sie weiter einzeln anzuführen. Mit ihnen gleichzeitig aber wurden noch andere von den besten Köpfen jener Zeit und aus weniger engherzigen einseitigen Rücksichten gebildet; dahin gehören namentlich:

Descartes, ***Principes de la philosophie*** 1685. Ausgezeichnet in mathematischen Forschungen und selbst Begründer einer mechanischen Naturlehre, versuchte Descartes es auch, den Erdkörper aus dem Gesichtspunkte der Mechanik zu betrachten und die Anordnung seiner Theile zu erklären, ohne sich darum doch speciell mit den Erscheinungen, welche er darbietet, bekannt gemacht zu haben. Er hielt es für das Wahrscheinlichste, die Erde sey ursprünglich eine selbstständige Sonne gewesen, deren Oberfläche durch Schaum und unreine Theile wie die Sonne durch die Sonnenflecke verdunkelt wurde und erloschen sey. Es ordneten sich die Theile in ihr so, dafs das Feuer die Mitte einnahm, das Wasser die Oberfläche, und aus den Wirkungen dieses Centralfeuers leitete Descartes dann die vulkanischen Wirkungen her, die Erzeugungen der Metalle in den Gängen.

Sehr ähnlich dieser war im Grunde auch die Vorstellung, welche zu seiner Zeit der grofse Leibnitz vortrug. Er sammelte die ihm bekannt gewordenen Thatsachen, welche zur Bildungsgeschichte der Erde dienten, in einem eigenen Werke unter dem Titel *Protogaea sive de prima facie telluris et antiquissimae historiae vestigiis in ipsis naturae monumentis*, — welches zuerst in den *Actis Lipsiens.* 1693 angezeigt und später durch Scheidt 1740 herausgegeben wurde. Auch ihm war die Erde ursprünglich eine Sonne gewesen, und sie endete ihre Laufbahn als ein verschlackter, glasiger, mit Sand bedeckter Granitklumpen. Diese Schlacke war voll Höhlungen und Blasen. Als nach der Abkühlung der Atmosphäre endlich das Wasser sich niederschlug, entstand eine allgemeine Ueberschwemmung; die Blasenräume brachen indefs auf und indem sie völlig einstürzten, zog sich das Wasser, nachdem es verschiedene Absätze gemacht hatte, bis auf seinen jetzigen Stand zurück. Die Sammlung von Thatsachen, welche die Protogaea enthält, ist übrigens bis heute noch brauchbar, denn wir finden insbesondere darunter einige sehr schätzbare Angaben über das Vorkommen interessanter Versteinerungen, fossiler Knochen an verschiedenen Punkten von Deutschland. —

Weniger zur allgemeinen Kenntnifs gelangt und auch weniger aus philosophischem Geiste hervorgegangen, ist die Ansicht, welche um dieselbe Zeit der bekannte Schweizer Physiker Jakob Scheuchzer von der Entstehung der Gebirge gab *). Er liefs sie unmittelbar durch den Einflufs göttlicher Allmacht hervorgehn, welche zum Aufbau der Berge nach der Zertrümmerung durch die Sündfluth vorzugsweise Gegenden gewählt habe, an welchen viele Steine vorhanden waren. Seine anderweitigen Vorstellungen waren übrigens rein neptunisch.

Die vulkanische Ansicht von der Bildung der Erd-

*) *Mém. de l'Academ. de Paris* 1708.

rinde ward in der unmittelbar hierauf folgenden Zeit ganz besonders durch einen Italiener, Lazaro Moro, vorgetragen, welchen man bis in die neueste Zeit oft als einen vorzüglichen Repräsentanten des Vulkanismus genannt hat; er schrieb ein Werk unter dem Titel: *de' Crostacei e degli altri corpi marini che si trovano su monti* 1740, deutsch unter dem Titel: Neue Untersuchungen der Veränderungen des Erdbodens, Leipzig 1751. Doch reichten seine Ansichten nicht weiter, als fast ein Jahrhundert vor ihm schon die Betrachtung von Stenon. Er beschäftigte sich zunächst mit einer Widerlegung der damals sehr viel Aufsehn erregenden Hypothese von Woodward, und während er seine Untersuchungen anstellte, entstand 1707 eine neue kleine Vulkan-Insel im griechischen Archipelagus, deren Erscheinen grofse Sensation machte. Diese Thatsache, so wie die des 1538 bei Pozzuoli entstandenen Monte nuovo, bewog ihn zu der Ansicht, dafs alles Festland aus dem Grunde des Meeres erhoben, vom Wasser entblöfst worden sey, und dafs dadurch die Reste von Meeresprodukten auf die Gipfel der Berge gelangt seyen. Er unterschied in dieser Beziehung, gleich Stenon, zwei Erhebungs-Perioden, die eine, welche die primitiven Gebirge erzeugt habe, in welchen noch keine Spuren organischer Körper gefunden werden, die andere, welche die sekundären versteinerungsreichen Schichten hervorbrachte. Von diesen Versteinerungen äufserte er ganz entschieden die Ansicht, dafs sie an den Orten, an welchen sie vorkommen, auch wirklich einst gelebt haben und dort verschüttet wurden; dafs sie mit den gegenwärtig noch lebenden übrigens nicht übereinstimmen, glaubte er, rühre daher, dafs sie ursprünglich aus dem sehr tief liegenden Meeresgrunde hervorgehoben wurden, wo ja dieselben, uns eben deshalb unbekannten Formen jetzt immer füglich noch fortleben könnten.

Diesen verschiedenartigen Systemen einer Zeit, in welcher man immer noch eine Erklärung der Veränderungen

der Erdoberfläche an die Entstehungsgeschichte unseres Planeten überhaupt knüpfte, und in welcher die Hülfsmittel zur Vergleichung verschiedener Theile der Erdoberfläche noch so äuſserst gering waren, gingen noch viele andere minder bedeutende parallel (Fontenelle, Pluche, Bourguet, Maillet). Kein System unter allen aber erregte einen so hohen Grad von Theilnahme unter seinen Zeitgenossen, als die Ansicht von Buffon (zuerst 1743 vorgetragen, dann in der *Hist. nat. conten. les époques de la nature, Supplém. Tom. IX & X. Paris* 1778). Die von diesem ausgezeichneten Naturforscher gebildete Hypothese war eben so kühn als eigenthümlich, insbesondere aber war es die blühende Sprache seines Vortrages, die geistreiche Darstellung, welche veranlaſste, daſs besonders diese Ideen von den Landsleuten dieses Gelehrten mit dem lebhaftesten Enthusiasmus ergriffen wurden und einen tiefen Eindruck hervorbrachten.

Buffon glaubte die schon lange bemerkte Erscheinung, daſs alle Planeten in gleicher Richtung um die Sonne laufen und daſs sie sich alle in einem schmalen Gürtel oder Zone um dieselbe bewegen, am besten dadurch erklären zu können, daſs er bei dieser ganzen Erscheinung eine gemeinsame Ursache voraussetzte. Er nahm deshalb an, daſs einst ein Komet in schiefer Richtung gegen den Sonnenäquator gestoſsen sey und einen Theil ihrer Masse, $\frac{1}{650}$, von ihr abgestoſsen habe, woraus sich dann sämmtliche Planeten gebildet hätten. Es läſst sich aus der Richtung dieses Stoſses, wie aus der Anziehung der Sonne, dann sehr leicht die elliptische Gestalt ihrer Bahnen und ihre Axendrehung herleiten. — Da Buffon überdieſs nun die Sonne als einen glühend flüssigen, geschmolzenen Körper ansah, so waren also auch die Planeten, und unter ihnen unsere Erde, ursprünglich feurigflüssige Kugeln, welche sich während ihrer Zusammenballung unter dem Einflusse der Axendrehung in Sphäroide mit mehr oder minder starker Abplattung an den

Polen verwandelten. Um zu bestimmen, wie lange Zeit diese Kugeln gebraucht haben, um an der Oberfläche wenigstens zunächst zu erhärten und eine Temperatur zu erhalten, welche ihrer gegenwärtigen ungefähr nahe kommt, stellte Buffon sinnreiche Versuche über die Abkühlung eiserner Kugeln von bestimmtem Durchmesser an, welche bis zur Glühhitze oder noch weiter erwärmt wurden. Er berechnete demnach, dafs eine Kugel von dem Durchmesser des Erdkörpers, wenn sie nach denselben Gesetzen, wie eine Eisenkugel, erkalte, wenigstens 34000 Jahre müsse gebraucht haben, um aus dem Zustande der Schmelzung sich so weit abzukühlen, dafs sie auf der Oberfläche berührt werden konnte. Für ihre Abkühlung bis zu ihrer gegenwärtigen Temperatur bedurfte es 74800 Jahre. Er berechnete noch mehrere Schemata für andere Planeten, und fand ferner, dafs, wenn die Abkühlung so fortgehe, in 93000 Jahren die Temperatur der Erde in unsern Breiten bis auf den Gefrierpunkt sinken werde (De la Metherie hielt zur Erreichung dieses Zeitpunktes 96670 Jahre nothwendig); und er sah in dem Eintritt dieses Zustandes das dereinstige Ziel unserer organischen Reiche, so wie in dem Eintritt einer vollkommenen Verfestung aller Theile des Erdkörpers das Ende der gegenwärtigen Periode unserer Schöpfung.

In Beziehung auf die Ausbildung der Erdrinde bis zu ihren jetzigen Verhältnissen dachte sich Buffon während der Erhitzung der Erde alles Wasser in Dunstgestalt durch die Atmosphäre verbreitet; bei stets sinkender Temperatur schlug dasselbe sich allmälig in flüssiger Gestalt auf der Erde nieder und das Meer bedeckte die Oberfläche bis zu 2000 Toisen Höhe, so dafs nur die höchsten Bergspitzen noch aus dem Wasser hervorragten, denn es hatten sich bereits Berge und Thäler an der Erdoberfläche durch ungleiche Zusammenziehung derselben beim Erkalten gebildet und mit ihnen durch Aufblähungen innere Höhlen und Unregelmäfsigkeiten in der

ungleich zusammengezogenen Schlackenkruste. Die so niedergeschlagenen Gewässer lösten nun einen Theil von der vorhandenen Erdrinde auf, Thier- und Pflanzenkörper fingen gleichzeitig an sich unter ihrem Einflusse zu bilden, und es setzten sich die Sekundärschichten mit den organischen Ueberresten gemengt auf der primitiven Formation der Erdrinde ab. — Durch eine fortgesetzte Erkaltung, so wie vielleicht auch durch den ungleichen Druck der oben abgelagerten neuen Bildungen, erhielt nun die alte Erdoberfläche Risse, das Wasser sank zurück in die unterirdischen Höhlen und liefs stellenweise das Festland hervortreten. Durch die Hitze im Innern ward ein Theil dieses Wassers sehr bald wieder in Dampf umgewandelt, es drängte sich theils aus Spalten in heifsen Quellen hervor, theils sprengte es die Decken seiner Höhlungen, und so entstanden lokale Zerstörungen, Bildungen neuer Gebirge, Erdbeben, vulkanische Erscheinungen, welche an einzelnen Punkten noch bis in die Gegenwart fortdauern. Diese ganzen Vorgänge von der Entstehung des Planeten bis zur Entwickelung seines gegenwärtigen Zustandes theilte Buffon in sechs Hauptperioden, und diesen gab er die so berühmt gewordene und so sehr ihrem Gegenstande entsprechende Benennung: „Natur-Epochen" (*époques de la nature*). —

Diese von ihm aufgestellte Hypothese erklärt auf eine ansprechende und leichte Weise einige der auffallendsten Phänomene, welche wir oben bereits als für die Bildungsgeschichte unserer Erdrinde bedeutungsvolle Thatsachen auszeichneten. Zunächst ergeben sich daraus nicht allein die Ursachen wiederholter Meeresbedeckungen und der Unregelmäfsigkeiten des Festlandes als wahrscheinlich, sondern auch das in früheren Epochen allgemein verbreitete Vorkommen von tropischen und besonders kräftigen Thier- und Pflanzenformen über alle Theile der Erdoberfläche findet darin seine Begründung. Ihr Aussterben in den uns vorhergehenden Epochen ist sehr

wahrscheinlich der stets fortschreitenden Erkaltung zuzuschreiben, und da die glühende Erdkugel nothwendig von den Polen her sich zuerst abkühlen mufste, da sie dort den geringsten Durchmesser hatte, so starben die einem heifsen Klima entsprechenden Thier- und Pflanzenkörper zuerst in den Polargegenden ab, etwas später noch lebten sie in mittleren Breiten, und sie sind endlich bei dem gegenwärtigen Zustande der Schöpfung auf die Aequatorialzone beschränkt geblieben. Diese Hypothese erklärt ferner auch mit überwiegender Wahrscheinlichkeit die merkwürdige und in neueren Zeiten immer bestätigt gefundene Thatsache, dafs die Temperatur unserer Erdrinde, je tiefer wir in sie eindringen, immer mehr und mehr zunimmt, wenn wir gleich freilich keine Erfahrungen darüber besitzen, ob diese Zunahme der Wärme, wie es nach Buffon's Voraussetzung der Fall seyn mufs, in das Innere hinein ununterbrochen fortdauert, oder ob sie an einem gewissen Punkte, wie neuere Naturforscher (namentlich Ampère) gemeint haben, ihr Maximum erreicht und von dort aus wieder abnimmt. — Läfst sich übrigens nach dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnifs noch sehr Vieles, das wir hier übergehn müssen, gegen die allgemeine Anwendung dieser Hypothese einwenden, so ist doch dagegen wiederum nicht zu läugnen, dafs sie mehr als alle andern erklärt, und sie wird stets eine der grofsartigsten und eigenthümlichsten bleiben, welche von Naturforschern ersonnen wurden.

Indefs mufs ich hier wiederholt darauf aufmerksam machen, dafs alle diese theoretischen Betrachtungen und Systeme doch immer nur einen sehr geringen Werth haben, so lange sie nicht auf eine hinlängliche Summe von Erfahrungen über die gesetzmäfsige Zusammensetzung unserer Erdrinde durch die Körper des Mineralreichs gebaut sind. Das noch so sinnreiche Anhäufen von Möglichkeiten, deren Darstellung fast allein das Produkt einer aufgeregten Phantasie bleibt, kann natürlich den Ansprüchen

nur sehr unvollkommen entsprechen, welche wir an die Wissenschaft, die ein Gegenstand unseres Erkenntnifs-vermögens ist, machen dürfen. Es kann dasselbe nie an die Stelle der Ueberzeugungskraft treten, welche die an beobachtete Thatsachen unmittelbar sich anschliefsenden Schlufsfolgen nothwendig in sich tragen. Es trugen namentlich auch die besten unter den aufgestellten Hypothesen nothwendig schon deshalb den Keim ihrer Vernichtung in sich, weil sie stets davon ausgingen, mit der Entwickelung unserer Erdrinde auch stets die ursprüngliche Entstehung und Ausbildung des ganzen Erdkörpers zu verbinden, und da das Innere desselben unserer direkten Anschauung stets unzugänglich bleiben wird, so war das Aufstellen einer Reihe von unerweislichen Muthmafsungen in Verbindung mit deutlich nachweisbaren Erscheinungen unvermeidlich.

Es war daher dem Fortschreiten einer geläuterten Erkenntnifs wohl angemessen, dafs man nach einer längern Periode willkührlichen und planlosen Herumschweifens in dem Gebiete phantastischer Einbildungen wieder auf den Weg zurückkehrte, welchen mit so grofsem Erfolge zuerst Stenon betreten hatte. Man mufste anfangen, sich bei der fortdauernden Entwickelung geognostischer Systeme nur über den Kreis des Erforschbaren zu verbreiten, das Innere des Planeten als etwas Gesondertes, als den ruhigen Träger aller Oberflächen-Erscheinungen zu betrachten, welche, ganz von der Entstehungsgeschichte desselben geschieden, eigentlich das Gebiet der Geognosie bilden, nach der Anwendung eines Grundsatzes, dessen Nothwendigkeit oder doch sehr wahrscheinliche Richtigkeit ich bereits oben erwiesen zu haben glaube. Diesen so veränderten Karakter tragen daher nun mehr oder minder deutlich und mit sehr wenigen Ausnahmen alle die neuerdings entwickelten geognostischen Theorien an sich, und wir dürfen füglich ungefähr die Mitte des vorigen Jahrhunderts als den Wendepunkt

ansehen, von welchem an unsere Wissenschaft ihren gereinigten und fruchtbringenden Karakter (hoffentlich für immer) wieder anzunehmen versucht hat.

Einer der hervorragendsten unter den Gelehrten jener Zeit, welche diesen Weg wieder betreten haben, war der grofse Naturforscher P. S. Pallas. Seine Forschungen sind enthalten in einem Werke, betitelt: ***Observations sur la formation des montagnes, Petersb.*** 1777; deutsch in den Leipziger Sammlungen zur Physik und Naturgeschichte, Bd. I. 1779.

Seine Vorstellungen erregten grofses Interesse, und waren vorzugsweise gegründet auf einer übersichtlichen Kenntnifs der ungeheuren Ebenen im Innern von Rufsland und der Flächen Sibiriens am Fufse der uralischen und altaischen Bergkette, für deren nähere Kenntnifs sie daher auch manchen sehr schätzbaren Beitrag enthalten. Pallas ging von der Voraussetzung aus, dafs die höheren Bergketten, von denen er glaubte, dafs sie stets aus Granit gebildet würden, der ursprüngliche Träger aller späteren Bildungen seyen, und dafs sie niemals ganz von dem allgemeinen Gewässer seyen bedeckt worden. Er unterschied aufser denselben noch drei Ordnungen von später gebildeten Bergen; die ersten, welche die Schiefergesteine bildeten, glaubte er aus der Zerstörung des Granites hervorgegangen, die andern, welche aus Kalklagern bestehen, sah er für Niederschläge des Meeres, und die jüngsten fast ausschliefslich für Erzeugnisse der Meeresbewohner, wie Korallenriffe, Muschelbänke, an. In den Schiefergebirgen hatte das Meer, aus uns unbekannten Gründen, grofse Anhäufungen von Kiesen, von Schwefelmetallen, abgesetzt, die sich auch wirklich darin finden, und diese sollten einer beschränkten, wenn gleich damals allgemein herrschenden Vorstellungsweise zufolge die Ursachen der Vulkane geworden seyn, deren Wirkungen sich Pallas nicht tiefer als bis unmittelbar an die Oberfläche des Urgebirges niedersetzend dachte.

Das allgemeine Gewässer hatte nach seinen Ansichten nie höher als etwa 100 Toisen über seinem gegenwärtigen Niveau sich erhoben, um die grofsen aufgeschwemmten Ebenen zu bedecken, deren Entstehung als einen Absatz aus den Zertrümmerungen dieses Urmeeres er bereits sehr vollkommen einsah. Von allen Bergen erster und bis dritter Ordnung nahm er unbedingt an, dafs sie durch die Wirkungen der Vulkane aufgeworfen und zu ihrer gegenwärtigen Höhe emporgestiegen seyen. Er citirte hier namentlich als ein schlagendes Beispiel die, ganz aus Kalkstein und in verhältnifsmäfsig sehr neuer Periode gebildeten Kalkalpen, und er war mithin der Erste, welcher dieses Gebirge aus einem neuen und später so wichtig gewordenen Standpunkte betrachtete: Er glaubte, dafs bei solchen Erhebungen von Bergketten noch andere grofse Veränderungen an unserer Erdoberfläche vorgegangen seyn müfsten. Es entstanden dadurch im Innern der Erdrinde zunächst grofse Höhlungen, welche ganze Theile des Meerwassers verschlangen, es wurden ansehnliche Bewegungen des Meeres erzeugt, und durch ungeheure Ueberfluthungen einzelner Theile des Festlandes setzten dieselben sich wieder in's Gleichgewicht. Diese Ueberfluthungen mufsten hin und wieder jüngere Schichtenabsätze erzeugen; eine der gröfsten und einflufsreichsten unter diesen Veränderungen aber wurde durch die grofse Reihe vulkanischer Ausbrüche gebildet, welche die grofse Inselmasse des Südmeeres erzeugten, die, nach Pallas Ausdrucke, über einem einzigen ungeheuren vulkanischen Gewölbe zu stehn scheinen. Von den Küsten Afrika's bis über Japan hinaus, und im stillen Meere bis fast an die Küsten Amerika's hatte in sehr neuer Zeit noch eine der ungeheuersten vulkanischen Bewegungen Statt gefunden, welche die Gewässer mit Gewalt aus diesen Gegenden nach den Polen hin fortdrängte. Diese nahmen nun auf ihrem Zuge die Pflanzen und Thiere der indischen Länder mit und begruben sie mit einer

ungeheuren Masse von Gebirgsschutt an dem nördlichen Fuſse des mittelasiatischen Hochlandes. So kamen die Elephanten, Rhinoceronten, Riesenbüffel nach Sibirien und in das Innere von Ruſsland, wo sie noch heute in so erstaunenswürdiger Menge begraben liegen, und zwar theilweise so schnell, daſs einige derselben von der Kälte nordischer Breiten bereits erstarrten und erhalten wurden, bevor die Fäulniſs Zeit gewann, ihre weichen Theile zu zerstören.

Solch eine Sündfluth fand in den Vorstellungen von Pallas Zeitgenossen ungemein groſsen Beifall, und es verdient daher noch hervorgehoben zu werden, daſs schon etwa 50 Jahre früher der groſse französische Botaniker Jussieu etwas Aehnliches, wenn gleich nicht so vollständig motivirt, vorgetragen hatte *). Derselbe hatte sich nämlich überzeugt, daſs die in den Kohlengebirgen im südlichen Frankreich vorkommenden Pflanzenabdrücke solchen Formen von Farrn und Palmen entsprechen, welche gegenwärtig nur noch in den Tropengegenden vorkommen. Es gehören indeſs diese Pflanzenreste viel älteren Schichten der Erdrinde an, und sie können daher nicht auf gleiche Weise mit den Elephanten Sibiriens an ihren jetzigen Fundort gelangt seyn; indeſs hat es sich überdieſs auch seitdem von den erstern wie von den letztern erwiesen, daſs sie wirklich an den Stellen, an welchen wir sie heute noch finden, einst gelebt haben müssen, und da sie überdieſs zwar eine sehr groſse Aehnlichkeit, aber doch keine vollkommene Uebereinstimmung mit den Formen der Tropenwelt zeigen, so müssen sie natürlich aus einem ganz andern Gesichtspunkte betrachtet werden.

Mit Pallas gleichzeitig entwickelten sich die Theorien eines von seinen Zeitgenossen vielgeachteten und vielverdienten Naturforschers, J. A. De Luc. Seine An-

*) *Mém. de l'Académ.* 1718. *p.* 287 *sq.*

sichten sind wesentlich enthalten in: *Lettres physiques et morales sur l'histoire de la terre et de l'homme. Tome I—IV.* 1776—79. und in *Lettres sur l'histoire physique de la terre, adressées à Mr. Blumenbach.* 7 Briefe. 1792—95.

Sie stehen indeſs in Beziehung ihrer Anwendbarkeit auf die Natur sehr zurück gegen die Vorstellungen von Pallas, und zeigen eine noch gröſsere Annäherung an den Geist der älteren, von uns bereits hinlänglich beleuchteten Theorien. Reich an schwärmerisch vorgetragenen und unhaltbaren Voraussetzungen, sehn wir bei diesen Entwickelungen gleich im Anfange die Allmacht herbeirufen, um unmittelbar und ohne die jetzt noch wirksamen Naturgesetze den Zustand herbeizuführen, auf den er fortbauen wollte. Namentlich legte er einen sehr hohen Werth auf den Umstand, daſs seine Darstellungen sich möglichst vollkommen der mosaischen Schöpfungsgeschichte anschlieſsen. Seine Erklärungsversuche sind demnach vorwaltend von neptunischem Karakter; die Erde sey ursprünglich von Kälte erstarrt gewesen, und durch Schmelzung des Eises seyen Ueberfluthungen, Niederschläge von Trümmern, Höhlenbildungen, entstanden. De Luc hatte zur Bestätigung seiner Ansichten (oder auch wohl um Ansichten zu fassen) einen groſsen Theil von Europa, die Schweiz, Deutschland, Frankreich und England, zum Theil äuſserst mühsam bereist; indeſs ist die Darstellung der Thatsachen, welche wir ihm verdanken, ohne wissenschaftliche Schärfe, stets durchwebt mit phantastischen Hypothesen, und es sind daher seine Verdienste um die Geologie nur gering anzuschlagen; mit mehr Glück widmete er dagegen sich bekanntlich den Erscheinungen der Atmosphäre (Meteorologie), in deren Betrachtung er Epoche machte.

Wir haben mit Absicht die Ideen dieser beiden eben genannten Forscher der Darstellung von den Ergebnissen unserer neuesten Zeitperiode vorausgeschickt, weil sie durch

durch Anwendung auf die ganze Erdoberfläche nach den Theorien der zunächst vorangegangenen Periode sehr nahe stehen, wenn gleich sie durch eine ungleich gröfsere Menge von neu beobachteten Thatsachen, als ihre Vorgänger, unterstützt wurden. Gleichzeitig mit und zum Theil auch noch vor ihnen fingen indefs an sich Beobachter einzustellen, welche die Erforschung von dem Bau einzelner Theile unserer Erdrinde mit besonderer Genauigkeit zum Zweck ihrer Bemühungen gemacht hatten, und welche gleichzeitig sehr weit davon entfernt waren, weit hinausgreifende Theorien zu gründen, welche nicht unmittelbar mit den von ihnen beobachteten Phänomenen im Zusammenhange stehen sollten. Diese der Wissenschaft so sehr heilbringende Art von Forschungen, welche den Verstand mehr als die Phantasie zu beschäftigen geeignet sind, fafste besonders früh unter den Gelehrten in Deutschland und demnächst auch in England Wurzel, und es ist nicht zu leugnen, dafs ganz besonders die Beschäftigung mit dem Bergbau diese Richtung vor Allem genährt hat. Die Nothwendigkeit, bei bergmännischen Arbeiten genau auf die Lage gewisser Steinschichten gegen die darunter und darüber befindlichen zu achten, um daraus Schlüsse auf die Möglichkeit der Erreichung nutzbarer Fossilien abzuleiten, mufste natürlich die Aufmerksamkeit auf den Bau einzelner Theile der Erdrinde in hohem Grade schärfen und anziehend machen, und der Gewinn, welcher daraus für die Vervollkommnung unserer geognostischen Ansichten hervorging, konnte nicht zweifelhaft bleiben.

Unter den Deutschen sind deshalb ganz besonders zwei ausgezeichnet verdiente Männer aus den ersten Jahren dieser Periode hervorzuheben, welche allen späteren Geognosten bei uns gewissermafsen den Weg gebahnt haben; nämlich J. Gottl. Lehmann und Georg Christian Füchsel. —

Der Erstere von diesen schrieb: „Versuch einer Ge-

schichte von Flözgebirgen, Berlin 1756"; in welchem er hauptsächlich auf die Ergebnisse des Kupferschieferbergbaues in den Umgebungen des Harzes seine Vorstellungen von der Zusammensetzung der Erdrinde gebaut hat, Er gab uns deshalb zuerst einen schon sehr genauen Durchschnitt von der für das Studium der älteren Flözschichten noch heute so sehr wichtigen Gegend zwischen Nordhausen und Ihlefeld; er zeigte zuerst, daſs ein groſser Theil von Norddeutschland aus denselben und in derselben Reihenfolge geordneten Schichten bestehe, welche hier die Oberfläche bilden, und er unterschied zuerst die in Deutschland nachher immer als eine besondere Gruppe angesehenen, in einer neueren Epoche niedergeschlagenen Flözgebirge von den älteren oder den von ihm der Verhältnisse ihres Bergbaues wegen so genannten Ganggebirgen. Seine Schrift ist überdieſs wichtig durch eine Menge von Angaben über Mineralvorkommnisse und geognostische Verhältnisse in dem Gebiete seiner Beobachtungen in Norddeutschland.

Nicht minder verdienstlich waren die Arbeiten von G. C. Füchsel, geb. 1722 zu Ilmenau, welcher den gröſsten Theil seiner Lebenszeit in Rudolstadt zubrachte *). Ihn beschäftigte hauptsächlich das Studium der Reihenfolge von den deutlich unterschiedenen Gebirgsschichten, welche den gröſsten Theil von Thüringen zusammensetzen, und er entwickelte seine Ansichten in zwei Abhandlungen: *Historia terrae et maris, ex historia Thuringiae per montium descriptionem erecta*, in den *Act. Acad. elect. Moguntinae*, *Erf.* 1762. *Vol. II. p.* 44 — 209. — und: Entwurf zur ältesten Erd- und Menschengeschichte. 1773.

Wir finden in diesen Werken zunächst eine noch jetzt brauchbare Aufzählung der Hauptschichten von Thüringen vom Rothliegenden bis zum Muschelkalk; und einige der bedeutendsten unter denselben, wie der bunte Sandstein, der Muschelkalk, wurden von ihm zuerst in

*) *Boué Journ. de Géol. Tome II. Nro.* 6. *p.* 191.

die Wissenschaft eingeführt (er unterschied im Ganzen vierzehn Lagen). Füchsel hat ferner das sehr grofse Verdienst, dafs er zuerst eine geognostische Karte von Thüringen versuchte, welches überhaupt die erste Karte dieser Art von irgend einem Theile von Deutschland ist, und er begleitete sie mit einigen sehr einsichtsvoll verfafsten Durchschnitten. Doch waren auch nächst diesen speciellen Leistungen für sein Vaterland seine allgemeinen geologischen Ansichten für diese Zeit von sehr grofsem Interesse. Namentlich war er zuerst darauf aufmerksam, dafs in einzelnen Schichten der Erdrinde nur organische Geschöpfe des Festlandes, in andern nur Produkte des Meeres vorkommen, und er dachte sich deshalb, dafs das Meer bei seinen Ueberfluthungen immer gleichzeitig von Küsten des Festlandes sey umgeben gewesen, auf welchen die ihnen eignen Produkte fortwuchsen, dafs es aber später auch diese überschwemmt und die Landprodukte mit Meeresprodukten bedeckt habe.

Er war aber auch unter den Deutschen der Erste, welcher sich mit völliger Klarheit überzeugte, dafs alle Schichten der Erdrinde ursprünglich horizontal abgelagert worden seyen, und dafs ihre spätere Aufrichtung und Neigung durch Erhebungen und durch Senkungen erfolgt sey; eine Ansicht, welche später lange Zeit hindurch und offenbar zu sehr grofsem Nachtheile der Wissenschaft in unserm Vaterlande verkannt worden ist.

Füchsel war endlich der Erste, welcher das unleugbar grofse Verdienst hat, den später so fruchtbar gewordenen Begriff einer Formation aufzustellen, den die Lehre von Werner dann mit so grofsem Glücke wieder aufnahm und zur Vereinfachung unserer Ansichten von der Bildung der Erdrinde benutzte. Er sagt nämlich sehr richtig: „Jeder einzelne Niederschlag bildet eine Erdschicht (eine Bank oder Platte); aber es giebt gewisse Reihenfolgen von Schichten, welche unter gleichen Verhältnissen unmittelbar nacheinander gebildet wurden;

solche Schichtenreihen bilden zusammen das, was wir eine Formation nennen, und eine jede solche Formation (*Montes ab eadem massa eodemque modo constructi*) bezeichnet eine Epoche in der Geschichte der Erde."

Es ist hier natürlich der Ort nicht, die aufserordentliche Wichtigkeit, welche diese Art der Auffassung für die Entwickelungsgeschichte unserer Wissenschaft gehabt hat, näher auseinander zu setzen, indefs haben wir doch bei der Darstellung der erst in den neuesten Zeiten wieder anerkannten Verdienste unseres Landsmannes etwas länger verweilen wollen. Noch ein anderer deutscher Geognost, welcher in jener Zeit selbstständig und ohne den Einflufs der Schule dastand, welche kurz darauf eine Epoche in der Geschichte der Wissenschaft bezeichnen sollte, war J. Lasius. Er entwickelte zwar keine allgemeinen geologischen Ansichten, aber er hat uns in seiner Schrift: „Beobachtungen über die Harzgebirge, zwei Theile, 1789", eine vortreffliche, ganz musterhafte Beschreibung der geognostischen Verhältnisse des Harzes hinterlassen, welche das Resultat grofser Mühe, richtiger Naturanschauung und voll feiner Bemerkungen ist. Dieselbe ist noch bis auf die neuesten Zeiten das Beste gewesen, was wir über den gröfsten Theil dieses Gebirges im Ganzen besitzen, und wird zugleich von einer sehr guten geognostischen Karte begleitet.

Unter den englischen Gebirgsforschern, welche in dieser Periode den Weg einer genauen Erforschung einzelner Theile der Erdrinde betraten und welche wir hier kürzer übergehn können, verdient ganz insbesondere Michell, Professor der Woodward'schen Stiftung zu Cambridge, eine sehr ausgezeichnete Erwähnung. Er schrieb eine ausführliche Arbeit, betitelt; *On the cause and phenomena of earth-quakes* in den *Philos. Transact.* 1760. Wir finden in derselben nicht nur eine sehr anziehende Darstellung von dem allgemeinen Ansehn und der Struktur geschichteter Gebirgsgegenden, sondern er entwickelt auch

bereits sehr vollkommene Begriffe von den Ursachen der parallelen Streichungslinien, der Biegungen und Störungen der Schichten, worüber er viel Detail beibringt. Er wufste bereits, dafs die Gebirge meist aus den älteren emporgehobenen Schichten, die Ebenen meist aus den jüngern noch horizontal liegenden bestehen, und dafs daher eine und dieselbe Lage viele Hunderte von Quadratmeilen Landes bedecken könne. Er kannte die meisten Schichten, besonders in Süd-England, genau, und es ist deshalb seine Abhandlung in den neuesten Zeiten wieder abgedruckt worden *).

Nächst Michell ist besonders Whitehurst hervorzuheben. In seinem Werke: *Inquiry into the Original state and formation of the earth* 1778, *second edition* 1786, giebt er zuerst eine für unsere Zwecke zu vernachlässigende Kosmogenie; doch erläutert er darin auch die Struktur einiger Gegenden von England ganz vortrefflich. Er sagt: „die Schichten folgen sich in gewissen Landstrichen einander so genau auf dieselbe Weise, wie in alphabetischer Ordnung oder wie eine Zahlenreihe; sie sind in Mächtigkeit und Qualität in den verschiedenen Gegenden der Insel einander gleich, und so auch wohl auf der ganzen Erde immer in gewissen besondern Distrikten, und finden sich immer in ganz bestimmter Folge." Er hatte auch zuerst den Gedanken, von jeder Schicht Bruchstücke zu sammeln und eine geordnete Reihenfolge der in England vorkommenden in dem brittischen Museum aufzustellen.

Wir müssen ferner noch nachtragen, dafs in England zuerst die Idee einer geognostischen Karte, etwa 50 Jahre nach Lister, durch Christopher Packe 1743 verwirklicht wurde. Es war ein, freilich noch sehr unvollkommener, Versuch, den östlichen Theil der Grafschaft Kent oder die Gegend etwa 32 englische Meilen

*) *Philosophical Magazine L. II. p.* 186 *sq.*

um Canterbury in dieser Weise durch Zeichen und Linien darzustellen, wenn gleich freilich schon in grofsem Mafsstabe, unter dem Titel: ***A new philosophical-chorographical Chart of East Kent, invented and delineated by Chr. Packe*** — eine dazu gehörige Beschreibung unter dem Titel: ***Ankographex*** enthält viel schätzbare Detail-Angaben. Beide vorher genannte Naturforscher waren übrigens vorzugsweise durch die Kenntnifs des Steinkohlenbergbaues zu ihren Ansichten über die Bildung der Erdrinde gebracht worden.

Dem Ende dieser Periode war jedoch die Erscheinung eines der ausgezeichnetsten Geologen aller Zeiten aufgehoben, dessen Forschungen den gröfsten Einflufs auf die Vervollkommnung seiner Wissenschaft, so wie auf die Nacheiferung seiner Zeitgenossen ausgeübt haben. Dieser Mann war der grofse Horace Benedict Saussure. — Ein Genfer, von vornehmer Abkunft, ausgerüstet mit einer für seine Zeit ungewöhnlichen Ausbildung in physikalischen und chemischen Kenntnissen, begabt mit aufserordentlicher Beobachtungsgabe und unermüdlicher Thätigkeit, widmete sich derselbe der Gebirgsforschung ganz aus freiem innern Triebe, unabhängig von den Einflüssen irgend einer zu seiner Zeit herrschenden Schule oder von systematischen Ansichten. Er beschäftigte sich zunächst insbesondere mit dem Studium der Beschaffenheit der nächsten Umgegend von Genf, dann begann er zahlreiche fruchtbringende Wanderungen in die benachbarten Gebirge, theils zunächst auf den Jura, theils in die Hochgebirge der Umgegend des Mont blanc. Er hatte bei dem Anfange dieser seiner Untersuchungen mit zahlreichen, von uns jetzt dort kaum geahnten Schwierigkeiten zu kämpfen; denn nicht nur war die genauere Kenntnifs, Benennung und Unterscheidung der Gesteine zur Zeit des Anfanges seiner Forschungen noch voll der gröfsten Dunkelheiten und Verwirrungen, sondern es war auch selbst das Topographische jener Gebirgsgegenden

zu jener Zeit noch so unvollkommen und unrichtig bekannt, wie heut zu Tage kaum die Kordillerenkette oder das Himalaya-Gebirge.

Seine Wanderungen waren daher in jeder Beziehung wahre Entdeckungsreisen zu nennen; er entdeckte namentlich so fast von Neuem das Chamouni-Thal mit seinen an grofsartigen Naturerscheinungen so überreichen Umgebungen wieder, welche gegenwärtig der bequem zu erreichende Sammelplatz aller für Naturscenen empfänglichen Reisenden aus allen Theilen des civilisirten Europa's geworden sind. Die Beschreibungen, welche er von diesen Gebirgsgegenden niederlegte, die Vorstellungen, welche er von der Zusammensetzung und den Bildungs-Verhältnissen derselben gewann, sind an Klarheit und an vollkommener Uebereinstimmung mit den Verhältnissen in der Natur bis jetzt meist noch unerreichte und schwer zu übertreffende Muster geblieben. Die Beobachtungen der zahlreichen Zerreifsungen, Verschiebungen und Zerrüttungen, welche jene grofsartigen Gebirgsgegenden erlitten haben, dienen, so wie sie schon Saussure einst anstellte, noch gegenwärtig zur Befestigung und Ausbildung unserer wissenschaftlichen Grundsätze, und vor Allem Epoche macht seine so ausgezeichnet schön durchgeführte Wahrnehmung der, auf dem Kopf stehenden, senkrecht aufgerichteten, groben Konglomeratschichten, welche er mannigfaltig in den Umgebungen des Mont blanc und ganz besonders in dem später so berühmt gewordenen Valorsine, am Col de Balme, am Crammont, anstellte. Er fand diese Konglomeratschichten, welche sich unmöglich in der Stellung, in welcher sie jetzt getroffen werden, hatten bilden können, im mehrfachen Wechsel mit ihnen regelmäfsig parallel liegenden Schieferbänken, mit Kalksteinen; er schlofs daraus, dafs zunächst wohl die ganze ringsum so schroff abgerissene Riesenkette des Mont blanc einer Zerreifsung und Aufrichtung von ursprünglich nahe wagerecht gebildeten Schich-

tenabsätze ihren Ursprung verdanke. Diese Vorstellung aber hat sich durch spätere Beobachtungen, welche ausgezeichnete Naturforscher anstellten, nicht nur auf's Ausgezeichnetste für den Mont blanc bestätigt, sie ist nicht nur unter allgemeinern und einflufsreichern Gesichtspunkten von L. v. Buch und noch kürzlich von Elie de Beaumont wieder vorgetragen, sondern sie ist auch der Ausgangspunkt für alle darauf folgende Beobachtungen, für die Entstehung der ganzen Alpenkette, ja für die Erhebung aller Gebirgsketten, welche nach gewissen Hauptlinien auf der Erdrinde vertheilt liegen, überhaupt geworden.

Saussure war ferner schon sehr aufmerksam, ja der Erste, welcher das merkwürdige Gesetz des Parallelismus der Sekundärketten mit der Haupt- oder Centralkette des Gebirges bemerkte; er sprach deutlich davon, dafs die Sekundärketten stets ihre steileren Abhänge auf beiden Seiten der Hauptkette zukehren, und wir werden später sehr bald noch wieder darauf zurückkommen, von wie aufserordentlicher Wichtigkeit für unsere Ansichten von der Entstehung der Gebirge, diese auch in unsern Gegenden überall sich bestätigende Wahrnehmung geworden ist. Er selbst vermochte noch nicht den Schlüssel dieser Erscheinung zu finden, ohnerachtet er sie sehr schön an den allgemeinen Verhältnissen des Juragebirges zu den Alpen erläuterte. Wir verdanken ihm ferner auch die erste Darstellung eines der merkwürdigsten Phänomene in den Umgebungen der Alpen. Er war zuerst auf die Häufigkeit von fremdartigen Gesteinsblöcken aufmerksam, welche in so bewundernswürdiger Menge und Gröfse in bedeutender Höhe an den Abhängen des Jura zerstreut liegen. Er fand, dafs diese Gesteinsblöcke ihren Ursprung aus der Centralkette der Alpen haben müssen, wo die ihnen bis in's kleinste Detail gleichenden Gesteine noch gegenwärtig in grofsen Felsmassen anstehend vorkommen. Es schien

ihm daher nöthig, zu dem Einflusse grofser Ueberfluthungen (*debacles*) seine Zuflucht zu nehmen, welche beim Aufbersten der Haupt-Alpenthäler, welche vormals in deutlich von einander geschiedenen, ringsum geschlossenen Becken bestanden, diese Felsblöcke herausrissen und sie bis zum Abhange gegenüberliegender Bergketten forttrugen. Es hat sich später erwiesen, dafs diese Erscheinungen, welche eine so sehr wichtige Veränderung in einer verhältnifsmäfsig so sehr neuen Epoche unserer Erdrinde bezeichnen, sich in mehreren Gegenden der Erdoberfläche wiederholen, ja dafs wir selbst in unsern Umgebungen ein Phänomen ähnlicher Art täglich vor Augen haben, indem unsere einförmige Sandebene von zahlreichen Gesteinsblöcken bedeckt wird, welche, so weit unsere Forschungen ihnen zu folgen vermögen, aus Bruchstücken der grofsen Urgebirgsmasse Skandinaviens abstammen.

So wurden durch diese und noch durch viele andere minder bedeutende Thatsachen die Forschungen von Saussure die Anknüpfungspunkte für eine grofse Zahl von bedeutungsvollen spätern Entdeckungen in dem Gebiete unserer Wissenschaft; doch beschränkte auch er selbst schon seine Untersuchungen nicht allein auf die Kenntnifs der Umgebungen des Mont blanc, welche die Wiege seiner Entwicklung gewesen waren, sondern er verfolgte insbesondere die Centralkette der Alpen durch das Wallis bis über den Gotthard, durch Savoyen, Piemont und Dauphiné bis an's Meer, und er ermittelte dabei eine grofse Zahl von sehr schätzbaren Thatsachen über ihren Bau und die Art ihrer Entstehung. Er setzte ferner seine Reisen bis zur Südküste von Frankreich, nach Italien in die Umgegend von Genua und selbst nach Sicilien bis zu den Abhängen des Aetna hin fort.

Die Resultate fast von allen diesen seinen Forschungen sind, mit Ausnahme einiger Abhandlungen, welche sich in den Memoiren der Akademie von Turin befinden,

zusammengestellt in seinen: *Voyages dans les Alpes*, 4 Bände *in quarto*. Bd. I. 1779. Bd. II. 1786. Bd. III. und IV. 1796.

Diese Sammlung von Beobachtungen ist ein für alle Zeiten klassisches Werk, und sie wird es bleiben, wenn auch alle darin niedergelegten Thatsachen einst sollten genauer, vollkommner nachbeobachtet, kombinirt und erklärt worden seyn. Denn die Art der Beschreibung ist so einfach und natürlich, und die daran stets geknüpften Betrachtungen sind so scharfsinnig und tief eingreifend, daſs das Studium dieser Darstellungen stets ein Mittel der Erweckung und Begeisterung zur Anstellung eigener fruchtbringender Forschungen bleiben wird. Diese Sammlung enthält nicht nur eine groſse Anzahl geologisch merkwürdiger Thatsachen, sondern auch eine Menge der schönsten, feinsten Bemerkungen und Versuche über physikalisch-geographische Gegenstände, so über die hygroskopischen und elektrischen Verhältnisse der Atmosphäre, über die Erscheinungen des Magnetismus nach Höhen und Tiefen, über die Ursache und die Gesetze der Abnahme der Luft-Temperatur mit der Höhe, über die Höhe der Schneegrenze, die zahlreichen wunderbaren Erscheinungen der Gletscher, die Thalbildung; und wir finden daher die Ehrfurcht erklärlich, mit welcher der Name Saussure noch heute überall in den Gebirgsgegenden genannt wird, welche der Schauplatz seiner Wirksamkeit waren.

Saussure beschloſs seine Beobachtungen mit der Verfassung einer Anweisung alles dessen, was bei Fortsetzung derselben in Zukunft vorzugsweise zu berücksichtigen seyn möchte, und er gab dieser seiner Anleitung, deren Studium jungen Naturforschern ganz besonders zu empfehlen ist, den bedeutungsvollen Titel: *Agenda geognostica, ou Tableau général des observations et recherches, dont les résultats doivent servir de base à la théorie de la terre.*

Was die in einem abgeschlossenen Gebiete, der Al-

penwelt und ihren Umgebungen, vereinzelt beobachteten Thatsachen, wenn gleich so folgenreich, zur Entwicklung unserer Wissenschaft beitrugen, das suchte fast gleichzeitig, und mehr noch unmittelbar nach Saussure, ein anderer Gebirgsforscher der Wissenschaft im Allgemeinen zu leisten. Es war diefs Abraham Gottlieb Werner, geboren am 25. September 1750 zu Wehrau am Queis in der Lausitz, gestorben am 30. Juni 1817 zu Dresden, dessen Erscheinen eine der bedeutendsten Epochen in der Geschichte unserer Wissenschaft bezeichnet. Werner war vor Allem mit einem aufserordentlichen Scharfblick zur Erkennung und Unterscheidung der einzelnen Mineralgattungen ausgerüstet, ihn beseelte ein verständig ordnender Geist, Neigung zur Gründlichkeit in seinen Studien, und so gelang es ihm denn vor allen Dingen, Licht und Schärfe in die Erkenntnifs der vor ihm nur so unvollkommen bekannten Mineralkörper zu bringen. Er entdeckte selbst bei fleifsiger Forschung viele neue unter denselben, und es gelang ihm daher zunächst der Schöpfer eines wissenschaftlich geordneten Mineral-Systemes zu werden, welches, für seine Zeit überaus vollkommen (wenn gleich freilich jetzt sehr verändert und eigenthümlich ausgebildet), unberechenbaren Nutzen gestiftet hat.

Diese seine vollkommene Kenntnifs des oryktognostischen Theils der Mineralogie führte Werner natürlich weiter auf eine genauere Betrachtung der in der Erdrinde im Grofsen und Ganzen als zusammensetzende Glieder auftretenden Gesteinmassen; er befestigte so zuerst wissenschaftlich den Begriff, welcher schon von Andern für einzelne von ihnen gekannte Theile der Erdrinde vorläufig gegeben war, brachte die gleichgebildeten, aus denselben Mineralgattungen bestehenden Gebirgsarten verschiedener Länder unter einem Gesichtspunkte zusammen, gab ihnen allgemein gültige Benennungen. So war er es, welcher die bestimmten Bezeichnungen für das,

was Granit, Syenit, Grünstein, Gneis, Basalt, Grauwacke sey, zuerst einführte und dadurch Vergleichungen möglich machte, welche eine viel gröfsere Sicherheit und Einfachheit, als zuvor möglich, in unsere Vorstellungen von der Bildung der Erdrinde brachten.

Allein Werner ging auf diesem Wege beginnend noch viel weiter. Er suchte zuerst sich in dem Kreise seiner Forschungen eine möglichst vollkommene Uebersicht von der Stellung zu verschaffen, welche die von ihm unterschiedenen Gebirgsarten in der Zusammensetzung der Erdrinde einnehmen, und da er fand, dafs sie überall, wo sie in dem Kreise seiner Beobachtungen vorkamen, stets in derselben Ordnung und Reihenfolge wiederkehren, so gründete er auf seine Wahrnehmungen ein geognostisches System, dessen Hauptgrundsatz es war, dafs überall auf der Erdoberfläche eine gesetzmäfsige Lagerungsfolge, derselben gleichen Gebirgsglieder in bestimmter, ein- für allemal festgesetzter Ordnung gefunden werde. Dieses System hat natürlich schon deshalb die gröfsten Folgen für die Fortbildung unserer Wissenschaft haben müssen, weil es die Aufmerksamkeit der Beobachter aller Länder erregte und schärfte. Fernere Beobachtungen mufsten beweisen, in wie weit die von Werner aufgestellte Norm, welche nun nicht mehr den Karakter einer Monographie für irgend einen engbegrenzten Landstrich trug, sich auch bei genauerer Beobachtung anderer Länder bestätigt finden würde, oder in wie fern und aus welchen Rücksichten sie einer Abänderung bedürfe. Wenn auch allerdings später sich gezeigt hat, dafs die von ihm angenommene Gesetzmäfsigkeit in solcher Weise sich keinesweges auf die ganze Erdoberfläche anwenden lasse, so sind doch die von ihm zuerst aufgestellten Thatsachen ein sehr verdienstlicher Anknüpfungspunkt für alle späteren Forschungen geworden, und viele von ihnen haben sich doch immer in einer wunderbaren Ausdehnung bestätigt. Bei diesen Versuchen aber, die Zusammensetzung

der Erdrinde in Beziehung auf die Lagerungsfolge der Gebirgsarten nach wissenschaftlichen Grundsätzen zu studiren, mufsten besonders die Grundsätze der Beobachtung sich vervollkommnen, und Werner hat dieselben ganz entschieden bis zu einem Grade der Vollendung erweitert, welche vor ihm unbekannt war und aus welcher wir noch immer, wenn auch viele seiner allgemeinen Ansichten längst verhallt sind, die Mittel werden hernehmen müssen, um für die Kenntnifs der Erdrinde wichtige Thatsachen aufzufassen.

Vor allem Andern waren es die Phänomene der von uns schon oft erwähnten Schichtung, welche Werner auf eine eben so sinnreiche und einfache, viel vollkommenere Art, als früher, zur Erlangung von Kenntnissen über die Zusammensetzung der Gebirge benutzt hat. Er nahm nämlich zunächst an, alle Gebirgsarten seyen eigentlich geschichtet, da er meinte, dafs sie alle aus dem Wasser abgesetzt worden seyen, und wo die Schichtung nicht aufzufinden war, da glaubte er, sey sie nur durch einen sehr schnellen Niederschlag, durch Dazwischentreten von Krystallisations-Einflüssen und andern Einwirkungen undeutlich geworden und werde sich bei genauerer Beobachtung schon auffinden lassen. Bei der Beobachtung der Schichten eines Gesteines aber lehrte er zuerst nach der Weise der Bergleute ihre räumlichen Verhältnisse, ihr Streichen und ihr Fallen sorgfältiger und genauer beachten.

Unter dem Streichen einer Schicht aber versteht man die Richtung ihres Fortsetzens in Beziehung auf die Weltgegenden in horizontaler Ausdehnung; man bestimmt dasselbe sehr einfach vermittelst eines Kompasses, indem man die Mittagslinie desselben in der Richtung des Fortlaufens der Schicht oder ihr parallel hält und nun die Abweichung der Magnetnadel von derselben beobachtet. Der Vortheil von dieser Wahrnehmung aber für die Erkenntnifs von der Zusammensetzung der Erdrinde liegt

am Tage; denn wenn es uns irgendwo gelungen ist, eine oder mehrere Schichten zusammen von der Bedeckung durch Dammerde, Schutt frei zu finden, so werden wir nur ihr Streichen zu beobachten (abzunehmen) brauchen, um sogleich zu wissen, in welcher Richtung vor- und rückwärts wir dieselbe wieder aufzusuchen haben, und dadurch ein Bild von ihrer Verbreitung an der Oberfläche zu erhalten.

Mit dem Streichen einer Schicht aber gehört ihr Fallen zu den unmittelbar daran sich knüpfenden und nothwendig zu beobachtenden Verhältnissen; denn unter dem Fallen der Schichten versteht man ihre Neigung gegen die Horizontalebene. Eine Schicht, welche horizontal (wagerecht, oder in der Bergmannssprache: söhlig) liegt, hat natürlich kein Fallen, aber es ist an ihr auch kein Streichen zu beobachten; denn sie verbreitet sich nach allen Weltgegenden gleichförmig, und es ist gegen keine derselben eine besonders ausgesprochene Richtung zu beobachten. Sobald aber eine bemerkbare Neigung gegen den Horizont eintritt, so findet sich dieselbe, wie man sich leicht überzeugen kann, stets am gröſsten in einer Ebene senkrecht auf die Richtung des Streichens, und diese zwei auf einander senkrechten Linien des Streichens und des Fallens sind es, welche die Lage der Schichtungsebene bestimmen. Es zeigt sich aber auch ferner sehr leicht, daſs bei einer und derselben Richtung des Streichens nur zwei auf einander senkrechte Richtungen des Fallens möglich sind; denn wenn wir uns eine von Ost nach West gezogene Linie denken, so sind auf derselben nur zweierlei Arten von Senkrechten denkbar, die einen, welche nach Nord, die andern, welche nach Süd gehen. Dieses einfache Verhältniſs muſs der Beachtung um so mehr empfohlen werden, da man in vielen geognostischen Schriften oft die lächerlichsten Verstöſse gegen diese aus der Natur selbst genommene Re-

gel (oder ganz naturwidrige Voraussetzungen) findet. Wir bestimmen die Neigung der Schichten sehr einfach vermittelst eines Senkbleies und Gradbogens oder vermittelst der Beobachtung des Winkels, welchen dieselben gegen den auf dem Horizonte senkrecht stehenden Pendel machen. Wenn wir nun aber das Fallen einer Schicht beachtet haben, so sind wir nicht allein im Stande, aus der Stärke ihrer Neigung auf die Gröfse der Erhebung oder der Aufrichtung zu schliefsen, welche sie nach ihrer Bildung erfahren hat, oder zu beurtheilen, ob sie überhaupt wahrscheinlich erhoben worden ist, sondern wir wissen nun auch, bei der steten Rücksicht uns ein Bild von der Zusammensetzung der Erdrinde zu entwerfen, wohin wir zu gehen haben, um die aufliegenden oder die unterliegenden, die jüngeren oder die älteren Schichten kennen zu lernen, und diese Wahrnehmung ist uns besonders in solchen Fällen höchst schätzbar, in welchen es, wie so häufig, unmöglich ist, die unmittelbare Verbindung einer Reihenfolge von Gesteinen entblöfst (ohne Bedeckung) beobachten zu können.

Noch ungleich wichtiger aber ist durch Werner die Beobachtung der Schichtung geworden, wenn sie auf die Lage derselben in zwei mit einander in Berührung stehenden Gebirgsarten, zwei Schichtenmassen, die sich berühren, angewendet wird. Hier lehrte er zuerst zweierlei Fälle zu unterscheiden; es laufen nämlich entweder die Schichten der einen Gebirgsart denen der andern parallel, oder ihre Richtungen sind von einander verschieden (entweder beides, Streichen und Fallen oder nur eines von beiden). Diese Erscheinung ist leicht wahrzunehmen, sobald nicht Bedeckung uns daran verhindert, und im erstern Falle (des Parallelismus der Schichten) sagt man, die beiden Gebirgsarten befinden sich mit einander in gleichförmiger, im zweiten aber, sie befinden sich in ungleichförmiger Lagerung. Die Schlüsse

aber, welche aus der Beobachtung dieses einfachen Verhältnisses für die Bildungsweise der Erdrinde hervorgehn, sind von wahrhaft überraschender Wichtigkeit.

Es ist nämlich sehr klar, dafs im Falle einer ruhigen und ununterbrochenen Ausbildung unserer Erdrinde bei ihrer Entstehung, die Schichten der mit einander in Berührung tretenden Gebirgsarten einander nothwendig stets parallel würden seyn müssen. Bei der vorausgesetzten Entstehung derselben durch Absatz auf dem Boden weit ausgedehnter Wassermassen war eine jede unter den Bänken oder Platten, welche die Gebirgsarten zusammensetzen, einst die oberste von allen, einst der allgemeine Meeresboden; auf ihr lebten einst zahlreiche Thier- und Pflanzenformen, Muschelbänke, Korallengewächse, Seetange breiteten sich darauf in einem mehr oder minder vollkommen parallelen Ueberzuge aus, wie wir sie noch gegenwärtig darin antreffen; dann fiel aus dem Wasser auf diesen Ueberzug eine neue Schicht von Mineralsubstanzen nieder, welche sich in demselben nicht mehr schwebend erhalten konnten, oder durch irgend ein Ereignifs in dasselbe von aufsen hineingeführt wurden. So gestaltete sich die Erdrinde auf dem Meeresboden wie ein Buch aus parallelen Blättern bestehend, in deren jedem wir einen Beitrag zu ihrer Bildungsgeschichte aufbewahrt finden; eben so wie wir das Alter der Bäume nach der Zählung ihrer Jahresringe zu entwickeln vermögen, so mufste sich auch der Zusammenhang der verschiedenen auf einander folgenden Gebirgsformationen ausbilden, und so finden wir in den Wahrnehmungen aus den Fällen des Vorkommens von gleichförmiger Lagerung denn ein sehr sicheres Mittel, die ursprüngliche gesetzmäfsige Reihenfolge der unmittelbar nach einander gebildeten Gebirgsarten kennen zu lernen.

Doch während der Vorgänge dieser gesetzmäfsigen Bildungen haben, wie wir schon bisher oft bemerkten, mancherlei Störungen und Veränderungen des ursprünglichen

lichen Zustandes Statt gefunden. Beunruhigungen, welche die Erdrinde durch die im Innern thätigen Kräfte des Vulkanismus erfahren, haben das Gewässer genöthigt, sich von den Orten, welche es früher bedeckte und auf welchen es seine Schichtabsätze bildete, zurückzuziehn; auf der andern Seite überfluthete dasselbe die Oberfläche eines früher bereits trocken gewesenen Festlandes, es kehrte endlich oft mehrfach zurück auf die Stellen, welche es früher bedeckt hatte, und begann seine Absätze von Neuem. Inzwischen aber hatte die Oberfläche dieses Festlandes mannigfache Veränderungen erlitten, im einfachsten Falle war sie von den zerstörenden Einflüssen der Atmosphärilien verschiedenartig ergriffen und theilweise zerbröckelt worden; die Gewässer des Festlandes hatten Furchen in sie gerissen, und dadurch waren, wenn auch nur unbedeutende Unebenheiten, Berge und Thäler entstanden, welche von der Lage der Schichten unabhängig waren. Vulkanische Explosionen (Erderschütterungen) hatten die Oberfläche zerbrochen, die ursprüngliche Neigung der Schichten verändert, und ältere, früher niedergeschlagene, Gebirgsarten zwischen den jüngern in die Höhe bis zur Oberfläche gehoben. Kam nun das Gewässer wieder über diesen Boden und setzte auf dem so vielfach veränderten Boden seine neuen Niederschläge ab, so bedeckten diese gleichmäſsig alle darunter liegenden Unebenheiten; sie legten sich horizontal auf die in jeder beliebigen Weise und Stärke geneigten Schichten der Unterlage, und die neu gebildeten Bänke (Schichten) traten nun auch auf diese Weise mit Gebirgsarten in Berührung, deren Entstehungsperiode nicht unmittelbar vor der ihrigen lag, sondern zwischen denen und ihnen selbst noch in vielen Theilen der Erdrinde eine bedeutende Menge anderer Schichtenabsätze gebildet wurde, welche aus den angegebenen Gründen gerade nur an dieser Stelle nicht zwischen beiden vorhanden sind. So entstand also eine ungleichförmige oder abwei-

chende Lagerung unter einander sich berührender Gebirgsarten. Sie ward selbst nach dem von Werner eingeführten Kunstausdrucke eine übergreifende, wenn eine und dieselbe jüngere Gebirgsart über zwei oder mehrere darunter liegende sich gleichmäfsig fortsetzend ausbreitet. Aus dieser abweichenden und übergreifenden Art der Lagerung aber, welche er zuerst näherer Betrachtung unterwarf, lehrte er auch zugleich den Schlufs herleiten, dafs zwei in einer solchen Stellung zu einander befindliche Gebirgsarten nicht unmittelbar nach einander können erzeugt worden seyn, sondern dafs zwischen der Entstehungsperiode von beiden ein mehr oder minder langer Zeitraum müsse verflossen, und darin mannigfaltige Veränderungen an der Oberfläche müssen vorgegangen seyn.

Dieser Schlufs findet sich übrigens in sehr ausgezeichneter Weise auch da noch bestätigt, wo die Vorgänge in der Bildung der Erdrinde gerade nicht ausschliefslich von der eben beschriebenen Art sind; denn wo sich zwei Gebirgsarten berühren, welche von verschiedenen Ursachen erzeugt wurden, da mufs ebenfalls, auch wenn die Schichtung nicht überall deutlich hervortritt, eine abweichende, von einander unabhängige und übergreifende Art der Berührung mit einander Statt finden. Diefs beweist sich sehr einfach. Die beiden hauptsächlichsten Entstehungsursachen der Gebirgsarten nämlich sind entweder die zerreifsenden und neue Gesteine erzeugenden Kräfte der Vulkane, oder die Bildungen durch Niederschlag, durch Absatz aus dem allgemeinen Gewässer.

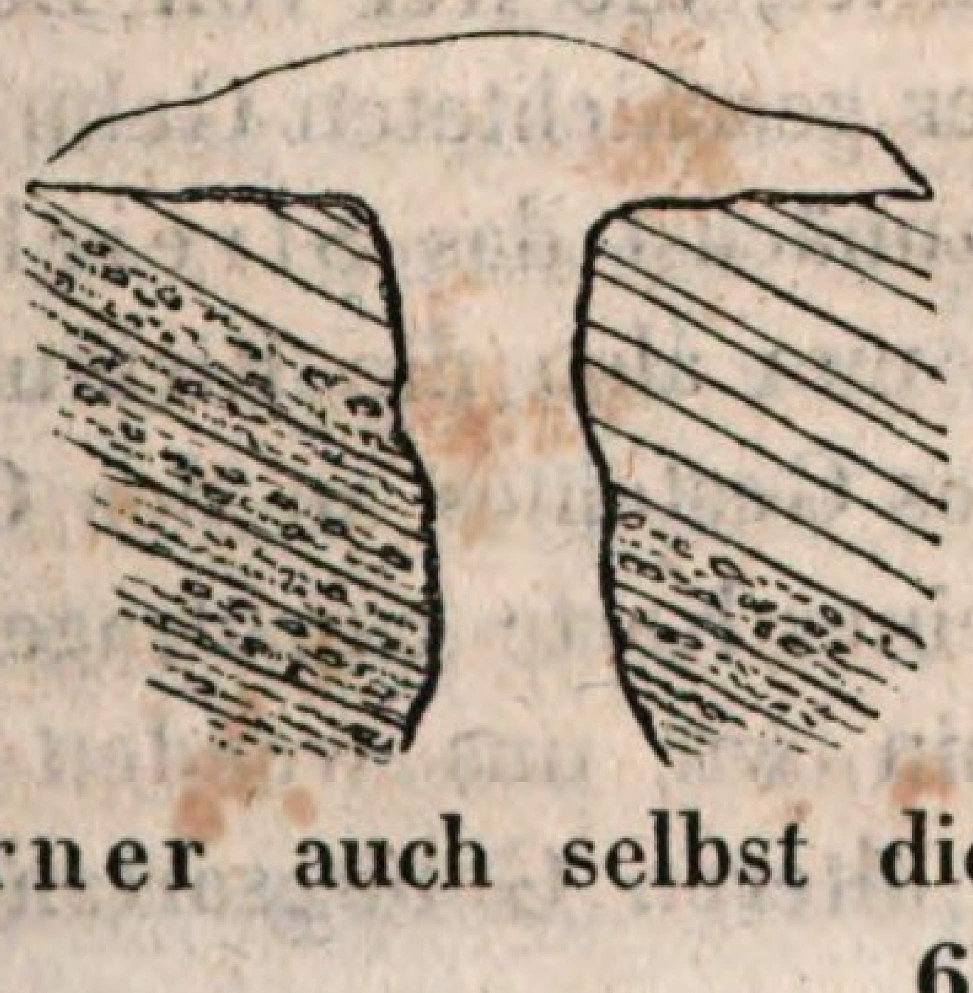
Denken wir uns nun aber, wie es in der Zusammensetzung unserer Erdrinde so häufig der Fall ist, dafs eine Reihenfolge von Schichten sich nach einander durch Niederschläge gebildet habe und später, oder unmittelbar nach denselben das Austreten einer vulkanischen Gebirgsart erfolgt sey, so konnten diese letztern da wo wir sie

gegenwärtig finden, nur durch Aufbrechen aus dem Innern der Erdrinde hervortreten, sie mufste die auf der Oberfläche gleichförmig sich ausbreitenden Schichten zerreifsen und sich zwischen dieselben einschieben. Wo aber nun dieser neu eingeschobene und oft sehr mächtige Keil zwischen den Schichten älterer Gebirgsarten auftritt, da wird denn natürlich die Art der Berührung zwischen beiden eine ungleichförmige und abweichende seyn müssen.



Eben so, wie sich diefs schon in Durchschnitten der Erdrinde bis zu gewisser Tiefe zeigt, mufs dasselbe Verhältnifs noch Statt finden, wenn die neptunischen Gebirgsarten an der Oberfläche von vielleicht auch unmittelbar nach ihnen gebildeten, vulkanischen bedeckt werden; denn wenn die neptunischen Gebirgsarten unmittelbar nach einander gebildet sich in einer der parallelen und ihrer Schichtung gleichförmigen Richtungen folgen, so werden die vulkanischen Gebirgsarten, welche an die Oberfläche treten, sich über dieselben ungleichförmig ausbreiten, rücksichtslos gegen den Parallelismus ihrer Schichten ihre Köpfe bedecken.

Ein schönes Beispiel dieser Art zeigt uns das Vorkommen des Basaltes am Meifsner in Hessen, welcher sich gleichmäfsig über das Ausgehende von Muschelkalk und buntem Sandsteine ausbreitet.



Wenn Werner auch selbst dieses häufige Auf-

treten vulkanischer Gebirgsarten neben, zwischen und über neptunischen dem Karakter seiner geogenetischen Ansichten zufolge nicht zugeben wollte, so hatte er doch schon die sehr richtige Bemerkung gemacht, und es war ein Zeichen der treuen Art seiner Beobachtungen, dafs es gewisse Formationen in der Erdrinde gebe, welche stets in abweichenden unregelmäfsigen Lagerungsverhältnissen gegen ihre Umgebungen vorkommen. Er rechnete dahin die Grünsteine, die Basalte, die Porphyre, Mandelsteine, mit einem Worte alle diejenigen Gebirgsarten, welche wir gegenwärtig aus vielen Gründen als auf vulkanischem Wege entstanden, und zwischen den Schichtenverband der neptunisch gebildeten Gebirgsarten eingeschoben betrachten müssen. Wir sehen hierin ein glänzendes Beispiel, wie W e r n e r's Grundsätze der Beobachtung sich selbst da noch bewähren, wo ihre Anwendung zu Resultaten führt, die von seinen theoretischen Ansichten gänzlich abweichen.

Es wird hier nicht unpassend seyn, noch einmal kurz auf die Anwendung dieser Grundsätze nach ihrer Entwicklung zurückzublicken, um uns zu überzeugen, wie wir durch dieselben auf eine erfolgreiche Weise zu einer Uebersicht, zu einem genau der Natur entsprechenden Bilde von der Zusammensetzung der Erdrinde in dem Gebiete unserer Forschungen gelangen.

Wir betrachten einen Landstrich, dessen geognostische Zusammensetzung wir kennen lernen wollen; es gelingt uns irgendwo an der Oberfläche, an den Wänden eines Thal-Einschnittes, die frei von Bedeckungen ausragenden Theile einer geschichteten Gebirgsart *A* zu finden. Wir beobachten zunächst das S t r e i c h e n und F a l l e n derselben, wissen nun also die Richtung, nach welcher die Fortsetzung des Gesteines an der Oberfläche zu finden und sie auf einer Karte einzutragen ist; wir wissen ferner auch, wohin wir uns wenden müssen, um die jüngeren und die älteren Gebirgsarten aufzusuchen und

so uns eine Ansicht von der Stellung dieser Schichten in der Reihenfolge der Gesammtmassen zu erwerben, welche in diesen Theilen der Erdrinde zusammenhängend vorkommen. Wir begeben uns nun in's Hangende, und da gelingt es uns denn, auf unserer Gebirgsart *A* eine andere, *E*, von ihr verschiedene, aufliegend zu finden. Wir schliefsen also, dafs diefs neu gefundene Gestein jünger sey als das darunter liegende. Indefs zeigt sich uns nun, dafs die Schichten der neuen Gebirgsart mit denen der älteren nicht parallel liegen; wir schliefsen daher, dafs beide Gesteine sich nicht unmittelbar nach einander gebildet haben, sondern dafs zwischen ihrer beiderseitigen Entstehung noch ein Zeitraum verflossen sey, in welchem sich nicht nur Veränderungen in den Niveau-Verhältnissen, in dem Fallen können zugetragen haben, sondern während dessen sich auch noch sehr füglich andere Gebirgsglieder, *B*, *C* u. s. w., können gebildet haben, welche gerade an dem Orte zufällig fehlen, wo wir *A* und *E* mit einander in Berührung fanden. Wir haben nun weiter nach einem solchen Gesteine *B* zu suchen, welches mit *A* sich in gleichförmigen Lagerungsverhältnissen befindet, und wir sehen dann, ob diese letztere Gebirgsart *B* auch an geeigneten Orten gleichförmig gegen *E* liege. Ist diefs der Fall, so haben wir nun für drei Gebirgsschichten, *A*, *B* und *E*, die normale Aufeinanderfolge ermittelt, und der erste Zweck unserer Forschung ist erreicht. Tritt inzwischen dieser Fall nicht ein, so wird zwischen *B* und *E* vielleicht eine vierte Gebirgsart *C*, eine fünfte *D* liegen, bis der ursprünglich normale Zusammenhang hergestellt seyn wird.

Kennen wir aber nun diesen ursprünglich normalen Zusammenhang der Gebirgsarten, welche einen Landstrich zusammensetzen, für den Fall, dafs in ihm alle Gebirgsbildungen regelmäfsig vorgingen, so wissen wir nicht nur das relative Alter einer jeden Schicht, welche wir vereinzelt in demselben auffinden, sondern wir werden auch

in den Stand gesetzt, über die Reihenfolge der nach einander erfolgten Veränderungen zu urtheilen, welche ein Landstrich während der Perioden seiner Bildung erlitten hat. Drängen sich zwischen den regelmäſsigen Schichtenverband der neptunisch gebildeten Schichten nun ungeschichtete (massige) vulkanische Gebirgsarten ein, wie dieſs sehr häufig der Fall ist, so wird es möglich, das Alter ihrer Entstehung zu bestimmen. Das Auftreten derselben hat an den Orten, wo sie vorkommen, die Schichten zerrüttet, sie emporgehoben, zerrissen; die auf solche Weise afficirten Gebirgsarten aber sind offenbar älter, als die sie afficirende Bildung. Endlich aber breitet sich die vulkanische Gebirgsart irgendwo an der Oberfläche gewisser Gebirgsarten aus, irgendwo wird sie nach den Umständen möglichst gleichförmig bedeckt von einer darauf gelagerten und regelmäſsig geschichteten Gebirgsart, in welche die vulkanische Masse nicht mehr eindringt, und auf deren Schichtenrichtung sie keine Veränderungen mehr ausübt; mit Beachtung dieser Verhältnisse wird es möglich, auch die Altersverhältnisse dieser später eingeschobenen Gesteine gegen die übrigen zu bestimmen, verschiedene Epochen zu unterscheiden, in welchen sie sich eindrängten.

Ein sehr gutes Beispiel hievon giebt das Vorkommen der Porphyre und der Basalte in Norddeutschland, deren Bildungsperioden wir auf diese Weise genau zu bestimmen im Stande sind. Eben so zeigt sich dasselbe sehr auffallend an den Erscheinungen vieler Granite und Grünsteine in Deutschland und England, welche nie über das Schiefergebirge hinausgehen.

Das Beobachten der Schichtungsverhältnisse der Gebirgsarten gewährt aber auch noch einen andern, wenn gleich mehr untergeordneten Vortheil, auf welchen gleichfalls zuerst Werner aufmerksam gemacht hat. Wir bemerken nämlich sehr oft, daſs Gebirgsarten an einzelnen örtlich begrenzten Stellen den Karakter ihrer Zusammen-

setzung ändern und dafs in ihnen Massen vorkommen, welche sich durch gröfseren Reichthum an Fossilien oder durch das Vorkommen gewisser Gesteine in ihnen auszeichnen, welche in der übrigen Gebirgsart nicht bemerkt werden.

So ist es eine gewöhnliche Erscheinung, mitten in einem Schiefergebirge mehr oder minder beschränkte Marmormassen zu finden, in welchen noch mancherlei andere Mineralien, wie Granat, Tremolith, auftreten, die sich aufserdem im Schiefer nicht zeigen. In Kalksteinen oder in Sandsteinen kommen nicht selten mehr oder minder beschränkte Eisensteinsmassen vor, von vielen eignen Fossilien, Schwerspath, Kalkspath, Flufsspath, Quarz, begleitet. In dem thüringischen Flözgebirge kommt bekanntlich eine nur wenig mächtige Schicht vor, welche sich durch ihren Reichthum an geschwefelten Kupfererzen auszeichnet und daher ein wichtiger Gegenstand bergmännischer Bearbeitung geworden ist. In ihr finden sich noch viele andere Metallverbindungen, und ganz insbesondere nach der Oertlichkeit verschiedene Erze von Eisen, Zink, Kobalt, Arsenik, Nickel. Ueberhaupt aber bemerken wir, dafs sich in der Regel immer die metallischen Verbindungen in solchen örtlich beschränkten, besonders ausgezeichneten Massen finden, und Werner zeichnete daher zuerst dieselben durch die Benennung der besondern Lagerstätten aus.

Diese besondern Lagerstätten nun aber sind zugleich immer oder doch mit wenigen Ausnahmen in Schichten gebildet oder bilden eine einzige Platte, und wir bemerken sehr bald, dafs ihre Schichten in gewissen Fällen entweder denen der umgebenden Gesteine parallel gehn, in andern aber unabhängig von denselben erscheinen oder die Schichten der Gebirgsarten unter jedem beliebigen Winkel durchschneiden. Wir unterscheiden daher zwei Arten besonderer Lagerstätten, deren eine mit den umgebenden Gebirgsarten gleichzeitig gebildet, die

andere dagegen unabhängig von ihr und später erzeugt ist. Die ersten wurden von Werner Lager (Flöze) genannt, die andern sind die so oft erwähnten Gänge, deren Verhältnisse für das Studium der Bildung der Erdrinde von ganz besonderer Wichtigkeit sind.

Haben wir auf diese Weise, durch Anwendungen Wernerischer Grundsätze, uns ein Bild von der Zusammensetzung der Erdrinde in einem gewissen Landstriche erworben, so ist es noch von Nutzen für die Kenntnifs von der gegenseitigen Stellung der Gebirgsarten, gewisse von Werner zuerst eingeführte Unterscheidungen anzuwenden, welche höchst bezeichnend die richtigen Vorstellungen von der Art ihrer Verbindung erwecken. — Es sind hauptsächlich fünf Bezeichnungen, welche, in die wissenschaftliche Terminologie aufgenommen, nur genannt zu werden brauchen, um verstanden zu werden, daher wir sie nur kurz erwähnen.

Wenn sich jüngere Formationen so auf die älteren legen, dafs sie dieselben ganz bedecken, und diese Bedeckung hat, wie so häufig, die Form einer nach allen Seiten abfallenden Hervorragung, so nennt man diese Art der Lagerung sehr bezeichnend eine buckelförmige. Bildet die jüngere Formation dagegen, auf der älteren aufliegend, einen Rücken mit einer nach irgend einer Richtung vorwaltend langgezogenen Kante, so heifst man diefs eine sattelförmige Auflagerung. Ragt endlich ferner bei einer buckelförmigen Auflagerung die Spitze, der höchste Theil der älteren bedeckten Gebirgsart, aus den Umgebungen nackt hervor, so heifst man diese Art der Lagerung eine mantelförmige. Ist dagegen statt eines Berges ein Thalgrund oder eine Konkavität überlagert, so nennt man diese Lagerung eine muldenförmige. Ist endlich der Mantel nicht geschlossen, sondern liegen jüngere Schichten nur stückweise auf den Abhängen von ältern, so heifst man diese Art der Lagerung eine schildförmige.

Werner legte diesen von ihm zuerst eingeführten Begriffen eine grofse Wichtigkeit bei, da er sich des Vorkommens dieser Art von Lagerungsverhältnissen bediente, nicht allein um dadurch die Vorstellungen von den räumlichen Verhältnissen der Gebirgsmassen zu versinnlichen und unter bestimmte Begriffe zu bringen, sondern auch um dadurch seine Ansichten von dem Anschwellen und Zurücksinken der Gewässer zu erläutern, die ursprünglichen Unebenheiten der Erdrinde zu bezeichnen. Haben sie indefs auch in dieser Beziehung einen grofsen Theil ihrer Bedeutung verloren, so ist doch ihre Beachtung immer noch sehr zweckmäfsig, um uns eine Kenntnifs von der Mannigfaltigkeit zu geben, mit welcher die Produkte verschiedener Bildungs-Epochen räumlich neben einander vorkommen.

Werner hatte indefs nächst dieser so einflufsreichen Verbesserung der Beobachtungs-Grundsätze, welche zu so viel richtigen, neuen Vorstellungen von der Bildung der Erdrinde führten, noch ein anderes überaus wesentliches Verdienst um die Ausbildung unserer Wissenschaft durch die Einführung allgemeiner Gesichtspunkte in Betreff der Zusammenfassung der Gebirgsarten. Schon oben habe ich darauf aufmerksam gemacht, dafs Füchsel unter den neueren Geognosten der erste gewesen ist, welcher den Begriff einer Formation aufstellte, um unsere Vorstellungen von der Bildung der Erdrinde zu vereinfachen. Er nannte, wie wir gesehen haben, eine Formation: eine gewisse Reihenfolge von Schichten, welche unter gleichen Verhältnissen unmittelbar nacheinander gebildet ist; und eine jede solche Formation war ihm das Zeichen einer Epoche in der Bildungsgeschichte der Erdrinde.

Werner nahm diese Vorstellung wieder auf und erweiterte und veränderte ihre Anwendung. Das, was Füchsel eine Formation genannt hatte, benannte er sehr zweckmäfsig ein Lagerungsganzes. Den Namen

Formation aber, meinte er, müsse man besser auf die grofsen Hauptabtheilungen anwenden, welche die Gebirgsarten in Beziehung auf ihre Bestandtheile bilden. Er unterschied hierunter zuerst unter den Deutschen nach analogen Grundsätzen, wie sie schon Steno angewendet hatte, die Bildungen aus einer Zeit, in welcher es noch keine organischen Geschöpfe gab und in welcher noch keine Trümmergesteine (Sandsteine, Konglomerate) gebildet wurden, weil seiner Vorstellung nach noch nichts zu zertrümmern vorhanden war; diese Bildungen belegte er mit dem Namen der Urgebirge, jene der späteren Zeit aber, in welcher nach einander mehrere organische Schöpfungen untergingen und in welcher sich aus der Zerstörung des früher Vorhandenen zahlreiche Trümmergesteine bildeten, nannte er das Flözgebirge; zwischen beide aber schob er etwas später bei weiterer Entwicklung dieses Gegenstandes nach Grundsätzen, von welchen wir weiter unten noch Rechenschaft geben werden, das Uebergangsgebirge ein. Diese Art der dreifachen Eintheilung ist bis in die neuesten Zeiten üblich geblieben, und wird, ohnerachtet wir sie aus nothwendigen Gründen dem Wesen nach verwerfen müssen, im Ausdrucke noch häufig gebraucht; denn sie dient sehr bequem, um gewisse verschiedene Gruppen zusammengehöhöriger Gebirgsarten mit besonderen Namen zu unterscheiden.

In Beziehung auf das Wort Formation sprach Werner einen sehr fruchtbringenden, ächt philosophischen Gedanken aus, welcher grofse Einfachheit in unsere Vorstellungen von der Bildung der Erdrinde gebracht hat. Er hatte nämlich zuerst die Bemerkung gemacht, dafs ohnerachtet der anscheinend so grofsen Mannigfaltigkeit von Gebirgsarten, welche in regelmäfsiger Lagerungsfolge geordnet unsere Erdrinde bedecken, dennoch sich in Beziehung auf die Zusammensetzung, welche in ihnen in verschiedenen Perioden der Bildung wiederkehrt, ein ho-

her Grad von Einfachheit deutlich nachweisen lasse. Er erkannte, dafs eine geringe Reihe von Mineralkörpern, nur verschiedenartig modificirt, in mehr chemischem oder mehr mechanischem Aggregatzustande oder in verhältnifsmäfsig gröfserer oder geringerer Verunreinigung durch zufällige Beimengungen es sey, welche in allen Zeiträumen wieder hervortritt; dafs daher die Natur trotz aller scheinbaren Willkühr und Mannigfaltigkeit dennoch bei der Bildung der Gebirge nur zwischen gewissen eng umschriebenen, scharf bestimmbaren Grenzen geschwankt habe, in welche sie immer wieder zurückkehrte, sobald sie einen neuen Cyklus von Bildungen wieder zu reproduciren begann. Er sah, dafs ein und dieselben Stoffe immer von Neuem wieder mit unbedeutenden Aenderungen auftreten, und dafs mithin die einander in ihrer Zusammensetzung entsprechenden Gebirgsarten durch alle Epochen der Gebirgsbildung eine zusammengehörige Reihe ausmachen, welche in jeder Zeit einen verschiedenartigen Grad von Ausbildung (mehr oder mindere Vollendung) erlangt. Diese für die Entwicklungsgeschichte unseres Erdkörpers unstreitig höchst wichtige Bemerkung, vermochte Werner, alle die Massen von durchgreifend analoger mineralogischer und chemischer Beschaffenheit aus den verschiedenen Perioden unter gemeinsame Gesichtspunkte zusammenzufassen, sie in Abtheilungen zu bringen, welche nebeneinander fortlaufend in jeder Erdbildungsepoche ihren Repräsentanten haben.

Diese Abtheilungen nannte er die grofsen Formationen der Erdrinde oder Formations-Suiten (Reihen). Er glaubte am zweckmäfsigsten in der Erdrinde sechs oder auch wohl sieben solcher Formationsreihen unterscheiden zu können, nämlich: des Schiefers, des Kalks, des Trapps, des Kohlenstoffs, des Porphyrs, des Talks und des Gypses, und endlich in eingeschränkterer Beziehung des Topas- und Schörlfelsens.

Neuere Forschungen haben nun freilich ergeben, dafs

diese Abtheilungen so, wie sie Werner entworfen hatte, gegenwärtig nicht mehr beibehalten werden können, da Gleichartiges hier oft in verschiedene Reihen gestellt und Ungleichartiges zusammengebracht wurde, wie etwa der Granit mit der Schieferformation und den Sandsteinen; bei andern Formationsreihen ist nicht der mineralogisch verschiedene Karakter, sondern nur die Zufälligkeit des Gefüges als Grund zu ihrer Trennung gewählt worden, wie bei den Porphyren, deren Zustand sich über eine grofse Menge von Gebirgsarten verschiedener Reihen erstrecken kann. Es ist auch in dieser Eintheilung keine Rücksicht auf den grofsen und so allgemein durchgreifenden Gegensatz in den Entstehungsursachen der Gebirgsarten genommen worden, nach denen sie sich in zwei grofse Hauptgruppen, in vulkanisch und in neptunisch gebildete aller Bildungsperioden theilen. Doch der Gedanke, welchen Werner in dieser seiner Anordnung zuerst zu verwirklichen strebte, wird fortleben zum Nutzen unserer Wissenschaft, und wir werden später noch sehen, wie diese Eintheilung nach dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse müsse modificirt werden.

So weit habe ich versucht, im Vorhergehenden eine Uebersicht von den Haupt-Verdiensten Werner's um die Fortbildung unserer Wissenschaft zu geben; wir ersehen daraus, dafs er der Erste gewesen ist, welcher mit Erfolg das Dunkel und die Unsicherheit vergangener Perioden zerstreute, und durch Aufstellung eines, nach konsequent durchgeführten Grundsätzen gebildeten Systemes, durch Erschaffung neuer und fruchtbringender Grundsätze der Beobachtung, der Geognosie eine wissenschaftliche Gestalt gegeben hat. Es bleibt uns gegenwärtig nur noch übrig, auch von Werner's allgemeinen und so lange von vielen Forschern angenommenen Erdbildungsansichten zu sprechen, und da müssen wir vorläufig im Allgemeinen bemerken, dafs er in denselben weit weniger

glücklich gewesen sey, als in den eben berührten Verhältnissen. Die Ursachen davon liegen indefs auch sehr nahe.

Werner schöpfte seine Vorstellungsweisen von der Entstehung der Erdrinde und der auf ihr vorkommenden Unebenheiten aus dem Anblicke und der genauern Kenntnifs einer Gegend, welche verhältnifsmäfsig nur sehr wenige auffallende Thatsachen zeigt, die den Gegensatz neptunischer und vulkanischer Gebilde hervortreten lassen und die nothwendig zur Vermeidung einer gewissen Einseitigkeit bei der Auffassung solcher Vorstellungen gekannt werden müssen. Als er sein System schuf, kannte er wohl kaum mehr als das Erzgebirge und einen Theil seiner nächsten Umgebungen, besonders an der Südost- und Nordwestseite. In diesen Gegenden aber zeigen sich überall in grofsen Erstreckungen nur Spuren einer sehr einförmigen, ruhigen und ununterbrochenen Ausbildung der einzelnen Gebirgsglieder. Störende Einflüsse, die Wirkungen gewaltsamen Eingreifens vulkanischer Kräfte, hatte er niemals zu beobachten Gelegenheit gehabt. Kein Wunder daher, dafs er denselben bei Ausführung seiner Ansichten nur einen geringen und beschränkten Einflufs verstattete, und bei seinen Vorstellungen von der Bildung der Erdrinde sich eine rein neptunische, zwar sehr konsequente, aber doch einseitige und nicht allgemein gültige Ansicht ausbildete.

Nach ihm war der ganze Erdkörper ausschliefslich aus dem Wasser hervorgegangen. Ihm war die Schichtung, als allen Gebirgsarten zukommend, das Produkt eines ruhigen Niederschlages, und alle die Unebenheiten unserer Erdoberfläche, alle die verschiedenartigen Lagerungsverhältnisse der Gebirgsarten waren nach ihm durchaus in dem Zustande und an der Stelle ursprünglich gebildet, in welcher sie gegenwärtig noch ruhend vorkommen. Verrückungen ganzer Gebirgsmassen aus ihrer ursprünglichen Lage, Erhebungen ganzer Länder aus der

Tiefe des Meeresgrundes blieben ihm fremdartige und unerwiesene Erscheinungen. Um nun aber das Entstehen der Kontinente, welche einst Meeresgrund waren, und den mehrfach wiederholten Untergang früherer organischer Schöpfungen zu erklären, nahm er ein wiederholtes Anschwellen und Zurückziehen des Meeres an, von welchem er freilich die Ursache anzugeben nicht im Stande war. Nach den ihm bekannten Verhältnissen des Niveau's, in welchem sich die verschiedenen Gebirgsarten in und an dem Erzgebirge gelagert finden, bildete er sich ein System von fünf nacheinander erfolgten Meeres-Bedeckungen (zwei in der Urzeit, eine in der Uebergangszeit und zwei in der Flözzeit) bei welchen jedes Mal das Wasser nur einen bestimmten Stand sollte erreicht haben. Die Veränderungen, welche die Vulkane hervorbringen, verwies er in das beschränkte Feld rein örtlicher Entzündungen von Lagerstätten brennbarer Mineralien, besonders der Steinkohlenflöze. Vulkane waren daher nach ihm nur erst in sehr neuen Schichten, nach der Entstehung organischer Körper möglich, und er glaubte überhaupt, dafs man dieselben als ganz aufserwesentlich für die Bildung der Erdrinde füglich bei Seite setzen oder nur als Nebensache behandeln könne.

Wenn nun gleich dieses Bild rein das Gepräge der Kenntnifs des beschränkten Gebirgsbezirkes trägt, in welchem es entsprungen war, so bleibt es doch immer bewundernswürdig, wie viel allgemein Anwendbares, das sich später auch in entfernten Theilen des Erdballs bestätigte, aus diesem einseitigen Standpunkte hat aufgefafst werden können. Es ist daher der mächtige Eindruck sehr erklärlich, welchen Werner's Vorstellungen lange Zeit hindurch auf seine Zeitgenossen gemacht haben, und scheint es daher auch wohl nicht unpassend, uns auf eine kurze Aufführung derjenigen seiner Hauptgrundsätze einzulassen, welche durch spätere Beobachtungen wesentliche Berichtigungen erfahren haben.

Die Ansicht, dafs alle Gebirgsarten ursprünglich mehr oder minder vollkommen geschichtet seyen, kann keinesweges auf die auf vulkanischem Wege entstandenen, oder auf die aus dem Wasser durch Krystallisation abgeschiedenen unbedingt eine Anwendung finden. Denn wenn Schichtung, wie wir alle Ursache zu glauben haben, das Produkt eines successiven, zuweilen momentan unterbrochenen Niederschlages ist, so kann sie natürlich bei den auf solche Weise gebildeten Gesteinen nicht vorkommen, und mit Recht unterschied deshalb schon Steno die Niederschläge *(sedimenta)* von den Inkrustationen. Nichts desto weniger ist, wie wir gesehen haben, die Anwendung, welche wir von der Beobachtung der Schichtungsphänomene auf die Beurtheilung der Alters- und Bildungsverhältnisse der Gebirgsarten zu machen im Stande sind, von der gröfsten Bedeutung, und wir können uns einer Erweiterung dieser Grundsätze mit Erfolg selbst da noch bedienen, wo die Schichtungs-Erscheinungen nicht mehr deutlich oder auch gar nicht mehr Statt finden.

Nach Werner's Hauptvorstellung, dafs sich alle Gebirgsarten noch gegenwärtig im Wesentlichen in derselben Lage befinden, in welcher sie einst gebildet wurden, mufs ferner die Hauptrichtung der Schichten stets die wagrechte oder doch eine nur wenig geneigte seyn. Er nahm daher an, dafs herrschend nie ein Schichtenfall vorkomme, welcher mehr als 45° betragen könne; ja schon bei mehr als 30° schien es ihm unvermeidlich, zu Störungen seine Zuflucht nehmen zu müssen, welche die ursprüngliche Lage der Niederschlagsebene verändert haben. Solche Störungen aber schienen ihm indefs nur in rein lokalem, eng beschränktem Sinne gedeutet werden zu können, wie etwa der Einsturz von Höhlen bei Erdfällen; sie übten dabei auf den Zusammenhang des Schichtenverbandes im Grofsen und Ganzen keine Einwirkung aus. In der That war auch die Anwendung dieses Grund-

satzes bei einer allgemeinen Betrachtung des Landstriches, welchen Werner kannte, wohl zulässig; denn steile Schichtenneigungen, grofse und scharf bezeichnete Ungleichförmigkeiten werden dort heute noch nur als seltene und selten weit erstreckte Erscheinungen beobachtet.

Indefs war es selbst unter diesen Umständen nöthig, die in dem Gebiete dieser Beobachtungen mehrfach scharf hervortretenden und regelmäfsig vertheilten Unebenheiten zu erklären, welche an der Oberfläche vorkommen, und Werner fand daher in ihnen nur reine Oberflächen-Erscheinungen, völlig unabhängig von im Innern der Erdrinde vorgegangenen, tief eingreifenden Ereignissen. — Seinen Vorstellungen zufolge waren die ursprünglich wagerecht gebildeten Schichten später sowohl durch den allgemeinen Rückzug des Gewässers, als auch durch besondere stürmische Bewegungen, Strömungen, mannigfaltig an der Oberfläche zerrissen und durchfurcht worden; dadurch hatten sich denn Berge und Thäler gebildet und die Wände der letztern mufsten daher wesentlich aus den abgerissenen Rändern der einander entsprechenden Schichtentheile gebildet werden. Das Profilbild einer so modellirten Gebirgsgegend mufste daher im Wesentlichen



mit dem beistehenden übereinstimmen. Die Gebirgszüge mufsten dazwischen mehr oder minder breite Massen mit allmähligem Abfalle parallel dem vormaligen Rückzuge des Gewässers bilden.

Diese Vorstellung findet sich in der That bei vielen Bergen und Thälern an unserer Erdoberfläche bestätigt, und insbesondere liefern die neuesten oder die jüngeren, sogenannten Tertiär-Formationen in Frankreich und Italien dazu mannigfache sehr auffallende Belege. Dasselbe scheint auch bei einigen der gröfseren Unterbrechungen des Zusammenhanges auf der Erdoberfläche stattzufinden. Auf beiden Seiten des Kanals oder des Thalgrundes, wel-

welcher Frankreich von England scheidet, hatte man schon sehr früh die einander genau korrespondirenden Ränder einer und derselben nahe horizontal liegenden Gebirgsart deutlich wahrgenommen (Kreide und Grünsand). Bei dem übereinstimmenden Ansehn der gegenüberliegenden Küsten Englands und Frankreichs war diefs schon bei oberflächlicher Beachtung wahrscheinlich geworden. Die beiden Thalwände des Bosporus wurden als ähnlich gebildet angenommen, und Alex. v. Humboldt bei der frühesten Anwendung der Grundsätze Werner's glaubte selbst ein gleiches Verhältnifs in gegenüberstehenden Rändern der Küsten des atlantischen Oceans wahrzunehmen; denn er machte zuerst auf die merkwürdig thalähnliche Form dieses grofsen Meeresbeckens aufmerksam, dessen einfassende Wände so sehr deutlich einander korrespondirende aus- und einspringende Winkel bilden.

Wenden wir indefs dieses von Werner gegebene Bild auch nur übersichtlich auf die Form und den Bau der gröfseren Gebirgsketten an, so zeigt sich sehr bald, dafs die hier eben entwickelten Grundsätze an ihnen keine Bestätigung finden. Es zeigen diefs vorzugsweise zunächst in die Augen springend die grofsartigsten derselben, in welchen die Erscheinungen der Erdrindenbildung in grofsen scharf gezeichneten Zügen vor die Augen des Beobachters treten. Betrachten wir in dieser Beziehung nur ganz im Allgemeinen die Alpenkette, so tritt die Richtigkeit des so eben Bemerkten schon klar hervor.

In einer Längen-Erstreckung von wenigstens 130 Meilen (von der Küste des mittelländischen Meeres bis zu ihrem Abfalle in die ungarische Ebene) mit einer gegen West allmälig zunehmenden Breite von 20 bis 40 Meilen zieht sich dieses Gebirge in Form einer langgestreckten Kette bei ansehnlicher Höhe ununterbrochen fort. Schon ihre verhältnifsmäfsig so sehr geringe Breite

Bayerische Staatsbibliothek München

zur grofsen Länge, welche sie uns fast wie einen von der Natur gezogenen Damm erscheinen läfst, ist auffallend und nicht wohl erklärbar, wenn wir sie in ihrer gegenwärtigen Form niedergeschlagen annehmen wollen. Dieser Annahme tritt die Steilheit der beiden Hauptabhänge gegen Nord und Süd ebenfalls entgegen; wie eine Mauer steigen die Alpen, mit an den Thalmündungen scharf eingerissenen Gebirgspforten, scharf abgeschnitten aus der Ebene empor, über welche sich ihre vordersten Nebenketten herrschend schon zu 2—4000 Fufs der Höhe der ansehnlichsten norddeutschen Gebirge gleich erheben. Diese Form eines so lang gestreckten Gürtels mit fast senkrechten Abfällen kontrastirt aber sehr schneidend gegen die Werner'sche Vorstellungsweise; denn wo soll wohl die ungeheure Masse des Gesteins hingekommen seyn, welche die Lücke zwischen der Höhe der Alpenkämme und den vorliegenden Ebenen ausfüllte; welche Fluth könnte in so ungeheurer Erstreckung gleichförmig und dauernd so unglaubliche Zerstörungen bewirkt haben?

Doch stärker noch und unüberwindlicher wird dieser Widerspruch, wenn wir einen Blick in das Innere dieser mächtigen Gebirgskette werfen. Wir haben wenigstens schon zum Theil das Bild der Zerreifsung, Zerspaltung und Verschiebung des ursprünglichen Schichtenverbandes kennen gelernt, welches überall unsern Blicken begegnet. Neigung der Schichten (Einfallen) unter geringem Winkel, mit sanftem Abfall ist hier nur als Ausnahme von der Regel und in verhältnifsmäfsig sehr eng beschränkten Räumen vorhanden. Senkrechtes und steiles Einschiefsen, recht- und scharfwinklige Zerknickungen der Schichten ganzer Bergketten sind hier vorherrschend. In dem Profile quer durch die Hauptkette über den St. Gotthard von Airolo nach Altdorf durchschneidet man wenigstens drei und wohl mehrere grofse Fächerstellungen im Schichtenbau, welche abwechselnd ihre aufgeblätterten Seiten nach oben und nach unten wenden. Ja

es ist, wenn wir uns nicht an Wahrnehmungen im Kleinen halten, ein deutlich hervortretendes Gesetz, welches alle neueren Beobachter einstimmig bestätigt haben, dafs die Schichten an beiden Abfällen überall da, wo das Gebirge anfängt, steil aufgerichtet sind, und ohnerachtet sie die jüngeren sind, stets gegen das Innere des Gebirges einfallen; am Nordrande steil südlich und umgekehrt am Südrande. Diese Erscheinung hat in die Vorstellung von den Altersverhältnissen der Gebirgsarten mehrfach Verwirrung gebracht, den Streit zwischen Ebel und Escher von der Linth über das relative Alter der Nagelfluhe und des Alpenkalksteins, und Raumer's wunderliche Ansicht über das relative Alter des Alpengranites und der nordwärts in Frankreich und Deutschland vorliegenden Gebirgsarten veranlafst. Solche Verhältnisse könnten schon im Allgemeinen die grofsartige Ansicht von einer Erhebung dieser ganzen Gebirgskette rechtfertigen, zu welcher zuerst schon Saussure sich neigte, wenn es nicht der Thatsachen in deren Innerem aufserdem noch sehr viele andere gäbe, welche dieselbe in der neuesten Zeit zur Gewifsheit erhoben haben.

Was wir nun übrigens bei den Alpen im Grofsen wahrnehmen, das finden wir bei den meisten niederen Gebirgen angedeutet, doch oft deutlich genug, wieder. Der Jura zunächst zeigt sehr häufig in seinem Innern Aufrichtungen der Schichten, wie sie schon Saussure, neuerdings Merian und Thurmann, bemerkten. Auch selbst in unserer Nähe folgen den schnell aufsteigenden Abhängen der Gebirge stets senkrecht aufgerichtete Schichtenkämme. So sehen wir es besonders am nördlichen Harzrande, aus der Gegend von Ballenstädt bis in die Nähe von Goslar, an der Teufelsmauer, eben so an dem südwestlichen steilen Abfalle des Teutoburger Waldes gegen die Ebene von Münster. Ueberhaupt steigen die meisten Gebirge scharf begrenzt aus der Tiefe auf, und die langgezogene Kettengestalt ist eine ihrer häufigsten

Formen. Alles, was wir von den Alpen bemerkt haben, wiederholt sich bei den Pyrenäen fast in demselben Maafsstabe, nach den Beobachtungen von Palasou, Ramond, von Charpentier und Dufrénoy. Es ist demnach unzweifelhaft, dafs die Werner'sche Ansicht von der Entstehung der Unebenheiten an der Erdoberfläche sich im Allgemeinen, im Grofsen und Ganzen in der Natur nicht bestätigt findet.

Es ist nothwendig, hier noch etwas genauer auf die Verhältnisse steil geneigter oder senkrechter Schichtenstellung einzugehen, welche wir bereits in dem Vorhergehenden unwillkührlich als den Beweis einer Veränderung durch Einsturz oder Erhebung zu betrachten veranlafst wurden. Wir haben unsere Vorstellungen in dieser Beziehung zuerst an die Wahrnehmungen von Saussure über die Konglomerate von Valorsine geknüpft; indefs könnte uns leicht der Einwurf gemacht werden, dafs ja auch vielleicht eine ursprünglich sehr steil geneigte Schichtenstellung, welche nicht erst durch Einsturz oder Erhebung bewirkt worden, sehr wohl möglich sey. Denn wir sehen bei den Salzen, welche aus Flüssigkeiten krystallisiren, dafs dieselben sich mit gleicher Leichtigkeit, oft in mehreren aufeinander folgenden Lagen, eben so reichlich an den senkrechten Wänden der Gefäfse als auf dem wagerechten Boden derselben absetzen, und ähnliche Vorgänge zeigen sich ganz entschieden in gröfserem Maafsstabe.

So sah D'Aubuisson in Röhren, worin kalkhaltiges Wasser geleitet wurde, einen Absatz bis 1 Zoll dick ringsum sowohl an der Decke als an den Seitenwänden und am Boden gebildet. Saussure versuchte einst eine ähnliche Erscheinung auf die Seigerstellung einiger Kalkstein-Schichten im Jura anzuwenden; eben so sehen wir dieselbe Erscheinung an der Schalenbildung in den Gängen, in welchen oft senkrecht niedersetzend korrespondirende Lagen auf beiden Seiten der Form der Wände,

wenn sie auch noch so komplicirt ist, parallel folgen. Dasselbe ist ferner in den Achatkugeln sichtbar, welche mit scharf abschneidenden und vielfach kontrastirend gefärbten Rinden alle Krümmungen der Wände eines Blasenraumes in Mandelsteinen überziehen. Ja selbst die Fächerstellung der Schichten krystallinischer Gebirgsarten im Grofsen könnte man sich unter Umständen auf diese Weise ursprünglich entstanden denken, und es hat daher auch nicht an neueren Forschern gefehlt *), welche sich die älteren Gebirge als aus ursprünglich koncentrisch schaligen Kugeln gebildet dachten (wie solche im Kleinen auch in manchen Gebirgsarten deutlich vorkommen), von denen immer die obern, ursprünglich geschlossenen Hälften durch Zerstörung verschwunden sind.

Wir dürfen indefs nur einige Aufmerksamkeit auf die Erscheinungen in der Natur wenden, um die Unhaltbarkeit dieser Vorstellung einzusehen. So ist es von vorne herein klar, dafs, wenn Kugeln, wie die eben angedeuteten, von einer aus dem Wasser niedergeschlagenen Masse sich bilden sollten, ihre Festwerdung nothwendig vom Mittelpunkte aus beginnen, und Schale um Schale die später zusammentretenden Mineralien sich um diesen ersten Anschufspunkt ansetzen mufsten. Sollte nun aber diese Bildungsweise in der Natur wirklich zur Ausführung gekommen seyn, so müfsten wir zuerst zu der der Natur widerstrebenden Voraussetzung greifen, dafs die Massen solcher riesengrofsen Kugeln, welche jetzt die Schichtenprofile ganzer Gebirgsstöcke bilden, in der Flüssigkeit der Vorwelt, während der Periode ihrer Ausbildung sich frei schwebend oder schwimmend befunden, bis sie durch immer vermehrtes Anwachsen sich einander näherten und festsetzten.

Doch auch abgesehen von dieser unhaltbaren Vor-

*) Heim Geol. Beschreib. d. Thüringer Waldg. Th. III. §. 10. S. 96–102.

aussetzung würde uns diese Ansicht in die gröſseste aller Schwierigkeiten zur Beurtheilung der Verhältnisse von der Bildung unserer Erdrinde verwickeln; denn da wir doch nothwendig annehmen müſsten, daſs eine jede der koncentrischen Schalen der Kugel das Produkt einer und derselben gleichzeitigen Bildung sey, so würde dieselbe an der Oberfläche einmal dem Innern der Kugel aufliegen, im Innern der Erdrinde aber die ganze Masse der Kugel tragen müssen; wir würden daher alle Vortheile nutzlos verlieren, welche wir bereits aus der Beobachtung von der gegenseitigen Lage der Schichten kennen gelernt haben.

Bevor es daher nicht erwiesen ist, wie auch keine Beobachtung es in der That bestätigt hat, daſs die Schichten der Erdrinde, wenn sie in dieselbe einschieſsen, wieder in sich zurücklaufen, müssen wir diese Ansicht ganz fern von uns halten. Uebrigens folgt aus dem Gesagten, daſs nach den vorangeschickten Beispielen die Entstehung einer ursprünglich senkrechten Schichtenstellung oder steile Neigungen derselben ohne vorangegangene Erhebung wohl möglich gedacht werden kann. Indeſs ist diese Erscheinung nur auf rein krystallinische Erzeugnisse zu beschränken, bei welchen die Wirkungen der Krystallisationskraft den Einflüssen der Schwere entgegenwirken und sie aufzuheben im Stande sind. Bei der Erzeugung von mechanisch niedergeschlagenen, vorher in dem Wasser suspendirt gewesenen Substanzen, welche allein von der Schwerkraft geleitet werden, ist dagegen die Bildung von steil geneigten oder senkrechten Schichten in ursprünglicher Lage undenkbar, und hier muſs zunächst denn die von Saussure im Valorsine gemachte Beobachtung über alle andern gestellt werden. Dort sah er nämlich zahlreiche Bruchstücke von älteren Gebirgsarten von einem dünnblättrigen, sehr regelmäſsig geschichteten Schiefer umschlossen, er konnte sich nicht enthalten, bei diesem Anblicke die Betrachtung zu machen, es sey allerdings wohl begreiflich,

dafs sehr kleine feine Staubtheilchen, welche in einer Flüssigkeit schwimmen, ankleben und sich auf einer steilen Grundlage absetzend stark geneigte Schichten bilden könnten (wenn gleich auch diese, so wie sie aneinanderklebend schwer werden, wohl herunterfallen würden); allein dafs ein fertig gebildeter, herbeigerollter schwerer Stein von Kopfsgröfse sich mitten an einer senkrechten Wand angehängt und daselbst gewartet habe, bis die feineren Theilchen der Gebirgsart sich absetzten, um ihn einzuwickeln und zu befestigen, diefs sey eine unmögliche und absurde Voraussetzung. Man müsse daher nothwendig annehmen, dafs dieses Konglomerat ursprünglich in einer wagerechten oder derselben nahestehenden Lage gebildet worden und erst nach seiner Bildung in die senkrechte Stellung versetzt worden sey. — Saussure zeigte zugleich aus der grofsen Feinheit und Gleichförmigkeit der Schichten des umgebenden Schiefers, welcher die Geschiebe umhüllt, dafs das verkittende Bindemittel sehr allmälig niedergeschlagen worden und nicht etwa ursprünglich ein breiartiger grober Teig gewesen sey, welcher sogleich erhärtete; es müssen daher um so mehr auch die älteren Gebirgs-Bruchstücke bei Bildung des Konglomerates in einer Lage gewesen seyn, in welcher sie lange ruhend verweilen konnten, bis sich ihre umgebende Masse verhärtete. Mit diesen Konglomeratbänken von etwa 600 Fufs Mächtigkeit aber gehen zugleich auch die Richtungen aller benachbarten Gebirgsschichten parallel, zwischen welchen diese Konglomeratmasse steckt, und es mufste daher auch in Beziehung auf ihre senkrechte Stellung das Gleiche gelten. Es mufsten dieselben Veränderungen der ursprünglichen Stellung mit ihnen vorgegangen seyn, welche wir zuerst an diesen Konglomeratbänken erwiesen betrachten dürfen. So wie nun aber die Umgebungen des Mont blanc nach Saussure, so finden wir bei genauerer Betrachtung die ganze Erdrinde gebildet. Wir kennen keine unter den geschichteten und

deutlich aus dem Wasser niedergeschlagenen Gebirgsarten, welche des chemischen Ursprunges durch Krystallisirung verdächtig, nicht auch immer in deutlichen Abwechselungen mit aus mechanischer Bildung hervorgegangenen, mit ihr abwechselnden Schichten gefunden würde. Selbst die ältesten unserer Thonschiefer und Kalksteine sind von zwischengelagerten Trümmergebirgsarten, von Sandsteinen und Konglomerat-Bänken nicht frei, wenn gleich sie in den ältesten Perioden unserer Erdrinden-Bildung auch seltener als späterhin vorkommen, und immer noch hat es sich bestätigt, dafs in solchen Fällen die Schichten der mechanisch gebildeten Gebirgsarten mit denen chemischen Ursprunges genau in ihrer Lage übereinstimmen. Es ist also der Chemismus bei Bildung der gröfseren Massen unserer geschichteten Erdrinde keinesweges irgend je so vorwaltend thätig gewesen, dafs er für sich gröfsere Parthien von ursprünglich seiger oder auch nur steil gestellten Schichten hätte hervorrufen können, und es beschränken sich die Erzeugnisse desselben auf die oben angeführten, wesentlich immer nur unbedeutenden und untergeordneten Erscheinungen, wie der Achatkugelbildung, des krystallinischen Anschiefsens einander paralleler und steil geneigter Gangschalen.

Dafs sich übrigens die Schichten der vorzugsweise mechanisch entstandenen Gebirgsarten auch in einer verhältnifsmäfsig viel weniger steil geneigten Lage nicht ursprünglich erhalten haben, daher in ihr sich einst nicht gebildet haben, dafür spricht eine in Gebirgsgegenden öfter wiederkehrende Erscheinung, nämlich die der sogenannten Bergschlüpfe. Es ereignet sich zuweilen, dafs, wenn mehr oder minder steil geneigte Gebirgsschichten durch irgend einen Umstand, durch eine Zerstörung und Auflösung ihrer Umgebungen in einen, bei ihrer Bildung Statt findenden, analogen Zustand versetzt werden, sie sich von ihren Umgebungen losreifsen, auf ihrer Unterlage gleiten, um in eine den Bedingungen des Gleichge-

wichts entsprechende Lage zu kommen. Diese Erscheinungen haben ganz besonders in dem Gebiete der Alpen die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, weil sie wegen der dort vorherrschend starken Schichtenneigung und wegen der Steilheit und der freien Lage der Berge häufiger als irgend anderswo vorkommen. Wir besitzen über dieselben eine sehr werthvolle Abhandlung von Escher v. d. Linth *).

Eine der auffallendsten **) ereignete sich am 2ten Septbr. 1806 an dem Ruffi oder Rofsberge, südlich vom Rigi; die ganze Masse dieses Berges besteht aus grobem Sandstein und Konglomerat, oder dort sogenannter Nagelfluhe, welche am Rigi fast bis zu 6000 Fufs Meereshöhe ansteigt und oft in ansehnlich mächtigen Parthien mit feinen sandigen Thonlagen wechselt. Die Neigung dieser Schichten beträgt nicht mehr als 25°. In dem nassen Sommer des Jahres 1806 war eine dieser unterliegenden Thonschichten erweicht und theilweise vielleicht auch (durch auf den Schichtungsebenen herabrieselndes Wasser) weggeschwemmt, und die Konglomeratmasse lag nun wieder, wie bei ihrer ursprünglichen Bildung, auf einer schlüpfrigen Grundlage. Sie konnte sich auf derselben aber nun nicht ferner in ihrer alten Geneigtheit erhalten, sondern sie glitt auf der Ebene der Schichtung nieder, um sich wieder in ihre ursprünglich horizontale Lage zu setzen. Es rifs sich nun von dem Gipfel des Berges, durch Gangklüfte begünstigt, eine Platte (oder Stück Landes) von etwa 100 Fufs Stärke, gegen 1000 Fufs Breite und wohl von der Länge einer vollen Stunde los, und rutschte mit unglaublicher Schnelligkeit, wie es scheint etwa in 3 Minuten, in's benachbarte Thal nieder, welches sich zwischen dem Zuger See und dem Lowerzer See

*) Leonh. Taschenb. XV. p. 601.

**) Theod. v. Saussure, in Moll's Annalen Bd. 7. 1808. p. 139.

ausdehnt. Alles, was auf dem Wege dieses Schlüpfs lag, ward spurlos vernichtet, drei Dörfer, unter welchen das bedeutendste Goldau, gingen unter (mit 484 Menschen), und im Thalgrunde erhebt sich jetzt ein Hügel von 200 Fuſs Höhe und beträchtlichem Umfange, welcher ganz aus den Trümmern zerknickter Schichten gebildet wird. Goldau selbst liegt nun etwa 100 Fuſs tief unter den Abhängen dieses Hügels begraben. Der Raum, über welchen dieser Bergschlüpf gleitete, hat nahe an zwei Stunden Längenausdehnung; ein Theil der Masse prallte gegen den Fuſs des gegenüberliegenden Rigi an und richtete sich daran übergreifend und abweichend in die Höhe; ein anderer Theil dagegen stürzte sich in den Lowerzer See, und der Wasserspiegel desselben ward an der Stelle des Einsturzes zu einer Welle von etwa 50 Fuſs Höhe über seinen gewöhnlichen Stand erhoben; selbst noch eine Stunde von der Stelle des Hineinstürzens entfernt stieg das Wasser gegen 12 Fuſs hoch und richtete beträchtliche Verwüstungen an. An der Stelle, wo der Sturz von dem Gipfel sich losriſs, steht nun gegenwärtig eine etwa 100 Fuſs hohe Felswand, an welcher man die losen Konglomeratschichten, welche auf der Thonmasse liegen, im Durchschnitte entblöſst sieht.

Aehnliche Bergschlüpfe, veranlaſst durch die verhältniſsmäſsig hier doch sehr geringe Neigung der Schichten, haben in derselben Gegend zu verschiedenen Zeiten Statt gefunden; der gröſste derselben trug sich im Jahre 1352 zu, bei welchem auf ähnliche Weise, wie später Goldau, das Dorf Röthen zerstört ward.

Viel Analoges ereignete sich auch, so weit es uns bekannt geworden, nicht nur noch mehrfach an andern Stellen der Alpen und in den Pyrenäen, sondern auch in den Niederlanden, im nördlichen Frankreich, wie in der Gegend von Lüttich, bei Havre de Grace 1779 und 1783, bei Sevres 1784 und 1785 *).

*) *Journ. des mines.* T. IX. T. X.

Gillet Laumont hat übrigens bei der Betrachtung der Bergschlüpfe in den Pyrenäen die Analogie von dem Gleiten gröfserer Gebirgsstücke benutzt, um daraus die so häufig wiederholten geschlängelten Krümmungen vieler Schichten zu erklären, welche sich sehr häufig in dem in Beziehung auf seinen Schichtenbau so genau untersuch-



ten Kohlengebirge finden. Er beobachtete dieselben bei Saarbrücken; dort sieht man häufig Profile, wie das beistehende. Gillet Laumont nahm an, dafs hier die Schichten gleich nach ihrer Bildung im Zustande der Weichheit durch eine vermehrte Neigung ihrer Grundfläche müssen zusammengeschoben worden seyn, weil sie sich sonst an ihren Konvexitäten zerbrochen finden müfsten.

Diese Krümmungen zeigen sich bisweilen in sehr grofsem Maafsstabe und gehen dann zum Theil durch ganze mächtige Gebirgsmassen in regelmäfsiger Wiederholung fort, wie in dem Kohlengebirge von Anzin bei Valenciennes. Dort zeigen sich die Steinkohlenflöze so aus ihrer ursprünglichen Lage geschoben, dafs die älteren Schichten, welche der Bergbau sorgfältig verfolgt, auf den jüngeren zu liegen scheinen, und dafs ein und dasselbe



Kohlenflöz, begleitet von karakteristischen Sandsteinschichten, dreimal von derselben senkrechten Schacht-Linie durchschnitten wird.

Dieses Verhalten wiederholt sich eben so ausgezeichnet in den Kohlengebirgen bei Aachen und zu Wettin an der Saale. Hier kann bei etwas genauerer Betrachtung an keine ursprüngliche Bildung mehr gedacht werden; denn anzunehmen, dafs ein Theil dieser Schichten frei überhängend geschwebt habe, bis er von darauf niedergeschlagenen Schichten an seiner untern Seite bedeckt wurde, ist eine unhaltbare und den Verhältnissen der Natur widersprechende Voraussetzung;

wir sehen vielmehr hierin eine vollkommene Ueberstürzung.

Diese Ueberstürzungen kommen übrigens auch in andern Gebirgen, als in der Kohlenformation, und in grofsartigerem Maafsstabe, in weit ausgedehnten Verbreitungen vor. So sah Saussure *) eine ganz riesenhafte *S* förmige Krümmung der Schichten an den Kalksteinfelsen, über welche sich der Wasserfall von Arpenaz stürzt, bei welcher die Sehne des untern Bogens allein gegen 800 Fufs lang war; man sah an der nächststehenden Felswand desselben deutlich die entsprechende Lücke, welche durch das Losreifsen der Krümmung entstanden war, und Saussure zweifelte nicht, dafs hier nur an Erhebung und Umsturz gedacht werden könne.

Viele ähnliche Beispiele sind übrigens auch noch andern Forschern der Alpen bemerkbar geworden; man kennt sie aus dem Thale von Meiringen im Ober-Hafsli; besonders auffallend aber ist diese Erscheinung an der so vielfach besuchten, mehrere tausend Fufs hohen, steilen Felswand des Axen am Vierwaldstädter See, welche schon Scheuchzer beschreibt, bei Wesen am Wallenstädter See, in dem hohen Gebirgsstocke des Kanton Appenzell.

Doch auch in unsern niederen Gebirgen kommen früher wenig beachtete Ueberstürzungen, zuweilen in grofser Ausdehnung, vor, und vorzugsweise da, wo ältere Gebirgsarten sich scharf bezeichnet neben jüngeren hervorheben und wo der ursprünglich grofse Unterschied des Niveaus, in welchem sich muthmafslich beide befanden, eine gewaltsame Zersprengung der Decke und ein Uebereinanderwerfen der obersten Schichten veranlafste; so namentlich am nördlichen Rande des Harzes, wo zwischen Blankenburg und Goslar sich meilenweit die ursprüngliche regelmäfsige Lagerungsfolge nun umge-

*) *Voyage* §. 472 u. 473.

kehrt findet und wo Muschelkalk und bunter Sandstein, ja selbst die jüngsten Schichten der Kreide das Ansehn gewinnen, als ob sie unter die Schichten des älteren Gebirges einfielen; eine Erscheinung, welche bei mangelnder Uebersicht des Zusammenhanges selbst wesentliche Irrthümer in Beurtheilung der Lagerungsverhältnisse jener Gegenden hervorgebracht hat.

Dieses Verhältnifs wiederholt sich in der Kette des Teutoburger Waldes bei Bielefeld. Dort sieht man diesen, aus der Ebene wie eine Mauer hervorragenden Bergdamm auf einer Längen-Erstreckung von wenigstens 4 Meilen (von Oerlinghausen bis Bergholzhausen) nicht nur meistentheils mit senkrechter Schichtenstellung, sondern sogar stundenlang mit völlig umgekehrter Lagerungsfolge. Wo sich Versteinerungen in ihnen zeigen, welche nothwendig eine horizontale Lage voraussetzen, wie ganze Muschelbänke, wo andere vorkommen, welche regelmäfsig in Vertikal-Stellung wachsen, wie Korallen- und Baumstämme, da stehen in solchen Fällen die ersteren senkrecht, die letzteren horizontal, um zu zeigen, wie sie einst sich ganz bestimmt in einer entgegengesetzten Lage von ihrer gegenwärtigen befunden haben; eine Erscheinung, welche noch an so vielen andern Orten der Erdoberfläche wahrgenommen wird.

Es ist ferner eine zuerst von neuern, Werner noch gleichzeitigen, Geognosten hervorgehobene Thatsache *), dafs, wenn in Konglomeraten dünne, flach scheibenförmige Gebirgs-Bruchstücke vorkommen, die eine grofse Ausdehnung in die Länge und in die Breite, bei einer geringen Dicke haben, wie Thonschieferstücke, diese dann immer mit ihren breiteren Seiten der Auflagerungsfläche der Schichten parallel liegen, wie sie natürlich auch sich ursprünglich müssen niedergelegt haben; sind nun aber diese

*) D'Aubuisson *Traité I. p.* 349, Greenough kritische Untersuchungen p. 38.

Schichten entweder senkrecht oder sehr steil geneigt, so liegen auch diese Bruchstücke mit ihren breiten Flächen in einer der vertikalen mehr oder minder genäherten Lage, da sie doch, wenn die Schichten nicht ursprünglich eine nahe horizontale Lage gehabt hätten, gerade umgekehrt würden liegen müssen. —

Es würde genug seyn an den gegenwärtig hier vorgetragenen Beweisen, dafs die von Werner zuerst ausgesprochenen Grundsätze über die Lage der Gebirgsarten bei genauerer Betrachtung nicht mit der Natur übereinstimmen. Es bedarf auch der Befestigung der Ueberzeugung nicht mehr, dafs seit dem Niederschlage unserer Gebirgsschichten überaus mannigfaltige Veränderungen mit den Niveau-Verhältnissen und der Stellung derselben gegen einander vorgefallen seyn müssen, und dafs in vielen Theilen unserer Erdrinde recht eigentlich nach ihrer Bildung kein Stein auf dem andern geblieben ist; doch scheint es mir nicht ganz ohne Interesse, hier noch ein paar recht auffallende Beispiele von beobachteten Schichten-Verrückungen anzuführen, welche mehr Anleitung geben, darauf zu achten, wie solche Erscheinungen sich dem Beobachter darstellen.

Ein sehr merkwürdiger Fall dieser Art ist schon seit langer Zeit von Leopold v. Buch im Jura beobachtet worden; am Eingange des Val de Travers zeigt sich folgendes Schichtenprofil:



Ein frei überhängendes Felsstück *a b* steht einer fast senkrechten, doch wagerecht geschichteten Wand gegenüber, und der enge Eingang in's Thal wird durch eine zwischen beiden befindliche niedrige Hügelreihe (*les Peillons* genannt) verengt, welche einen mit dem ersten Fels-

stück gerade entgegengesetzten Schichtenfall besitzt, und offenbar bei einer Zerreiſsung und Erhebung von ihm abgefallen und heruntergestürzt ist. Die Schichten dieser von einander abgerissenen Stücke korrespondiren dabei völlig mit einander auf eine sehr merkwürdige Weise in ihren kleineren Eigenthümlichkeiten; denn so z. B. sind *a* und *c* oolithisch körnig, und auch in der gegenüberstehenden Felswand findet man Oolithen-Schichten bei *h* wieder. Hier bleibt daher wohl nur anzunehmen, daſs eine vorher wagerecht gelagerte Masse durch einen Stoſs von unten zerrissen und bei dem Aufklaffen der einen Spaltenwand noch ein Stück von ihr abgerissen wurde.

Aehnliche überraschend schöne Profile lassen sich im Gebiete der Kalkalpen noch zahlreicher anführen. Escher von der Linth hat bereits sehr früh auf groſsartige Fälle dieser Art im Gebiete der Glarner Alpen aufmerksam gemacht, bei deren Anblick er die Ansicht auffaſste, es seyen groſse Gebirgsketten hier durch eine Senkung in der Mitte an beiden Enden erhoben und zerrissen worden. So auf der Westseite des Linththales, wo die hohen Stöcke des Wippis und des Glärnisch, 5—6000 Fuſs hoch aufsteigend, einander prallig gegenüberstehen und zwischen beiden die eng eingerissene Spalte des sogenannten Klönthales liegt.

Allein auch in den niederen Gebirgen sind der Störungen, Zerreiſsungen und Verschiebungen sehr viele, wenn gleich freilich nicht in so hervortretender Weise sichtbar, und schon oben erwähnte ich deshalb einiger auffallenden Erscheinungen von Schichtenaufrichtung und Ueberstürzung am Nordrande des Harzes, im Teutoburger Walde; doch verdient wohl noch hier das Vorkommen einer Art von Hervorragungen hervorgehoben zu werden, welche in Norddeutschland vielfach auftreten, und nur einer Störung in der ursprünglichen Lage der Schichten ihre Entstehung verdanken können; nämlich das Vorkommen von **Bergrücken mit einseitigem Schichtenfalle.**

Alle diese Rücken haben einen dem Laufe der Schichten gleichsinnigen und einen widersinnigen Abhang, welcher die abgebrochenen Schichtenköpfe entblöfst und an welchem man in seinen tiefern Theilen die zu unterst liegenden Gebirgsarten hervorragen sieht. Am Fufse dieses letztern liegt die jüngste Gebirgsart unmittelbar neben der ältesten. Dieselbe legt sich in gleichförmiger Lagerung, wenn gleich in ganz andern Niveau-Verhältnissen, dem gleichsinnigen Abhange hoch oben auf, während sie unten in Berührung mit der ältesten steil sich aufrichtet; oft fehlen, wo sie dem höheren Rücken sich anschliefst, selbst Zwischenglieder, welche oben vorhanden sind. Diese Schichtenstellung (Verbindung) möchte sich aber bei genauerer Beachtung wohl nicht füglich durch einen ursprünglichen Niederschlag der Schichten in dieser Lage erklären lassen. Wir müfsten dann nothwendig voraussetzen, dafs dieser jetzt abgerissene Bergrücken einst vollständig vorhanden war und die Hälfte seiner Masse später durch Wassersgewalt zerstört worden sey. Diese Zerstörung müfste aber ganz entschieden der Bildung der jüngsten Gebirgsart *c* vorangegangen seyn, und dafs diese sich erst später gebildet habe, dem widerspricht auf's Bestimmteste ihre gleichförmige Auflagerung auf *d*; noch weniger erklärt sich dabei ihre gewaltsame steil aufgerichtete Stellung unten bei *b*. Dagegen scheint es, dafs das Ganze sich sehr deutlich und einfach erklären läfst, wenn der jetzt vorragende Bergrücken als eine einseitig erhobene Spaltenwand angesehen wird, deren Gegenstück in der Tiefe liegen geblieben ist, während die Decke gesprengt wurde und die jüngern Gebirgsschichten an der steil aufsteigenden Wand sich senkrecht und überstürzend emporrichteten.



Fälle

Fälle dieser Art kommen häufig im Kleinen in den uns zunächst liegenden Gebirgsgegenden vor; sie gewähren den Vortheil, dafs man sie sehr bald, leicht und einfach übersehen kann; im Grofsen sind sie aber für die Begründung theoretischer Ansichten ungleich wichtiger, wenn gleich ihre Auffassung ein anhaltenderes Studium und verwickeltere Kombinationen voraussetzt. Wir sehen sie sehr deutlich in dem Kiffhäuser Gebirge; der Harz selbst ist im Grofsen nichts Anderes, als ein Beispiel derselben Lagerungs-Verhältnisse, er hat einen sanften, gegen Süd gerichteten gleichsinnigen Abhang und einen steil nordwärts gekehrten widersinnigen Abhang mit vorliegenden, theils senkrecht stehenden, theils überstürzten Schichtenreihen. So ist auch das Erzgebirge gebildet, bei welchem die jüngste der Flözschichten, Quadersandstein und Plänerkalkstein, theils hoch oben auf dem Plateau liegt, theils tief unten am böhmischen Abhange, der widersinnig, gegen Süd gekehrt ist, sich aufrichtet. Ein ähnliches Verhalten zeigen der Schwarzwald, die Vogesen, und von entfernteren, nur vorläufig geschilderten Gebirgsmassen wird das gleiche Verhältnifs aus mannigfaltigen Andeutungen wahrscheinlich.

Wenn wir durch die gegenwärtigen Betrachtungen ganz entschieden zu dem Resultate gelangen, dafs die Vorstellungen Werner's über die Schichtung und über die Entstehung der Unebenheiten an der Erdoberfläche mit der Natur in der That nicht übereinstimmen, so kann diefs eben so wenig von den anderweitig beobachteten Erscheinungen in der Zusammensetzung unserer Erdrinde zugegeben werden. Nach den Ansichten von Werner ist dieselbe, wie wir gesehen haben, ganz und gar ein Gebilde des Wassers. Wenn wir aber erwägen, welch eine ungeheure Wassermasse dazu erforderlich ist, um alle die vermeintlich aus derselben niedergeschlagenen krystallinischen Gebirgsarten einst aufgelöst zu enthalten, so

mufs wohl die kühnste Einbildungskraft von dem Versuche, diese Ansicht durchzuführen, zurücktreten.

Diese Schwierigkeit hat Werner schon recht wohl gefühlt, denn die Versuche, zu erklären, was aus dieser grofsen Wassermasse geworden, wo sie geblieben sey, sind nur unglücklich ausgefallen. Man fand es zu verschiedenen Zeiten nicht unwahrscheinlich, dafs der Mond oder ein vorüberschweifender Komet dieselbe zum Theil an sich gezogen haben möge. Werner meinte, man könne sich bei der Vorstellung beruhigen, dafs der gröfste Theil dieses Wassers an den Polen gefroren sey. Wir erhalten keinen Aufschlufs, wie ohne universelle Störungen und Beunruhigungen die ganze Wassermasse des Oceans periodenweise bis zu so aufserordentlichen Erhebungen habe anschwellen und dann später so regelmäfsig wieder sich habe zurückziehen können. Es blieb unerklärt, wie ohne grofse und anhaltende Beunruhigungen die ungeheuren Zerstörungen vorgehen konnten, welche zur Erklärung der mächtigen Konglomerat- und Trümmergestein-Bildungen in unserer Erdrinde nothwendig vorausgesetzt werden müssen. Endlich aber war noch die gröfste Schwierigkeit zu beseitigen, aus welchen Gründen grofse Massen von Gebirgsarten, welche sich in unserm heutigen Wasser nicht lösen, einst in demselben aufgelöst vorhanden gewesen und dann krystallinisch aus ihm niedergeschlagen seyn sollten. Wollte man auch, was mehrfach geschehen ist, annehmen, dafs das Wasser der Vorzeit Säuren (Flufssäure, freie Schwefelsäure) enthalten habe, welche solche Auflösungen bewirken konnten, so bleibt immer die Frage zu lösen, wo sie denn geblieben, da wir sie in dem Meerwasser, dem Residuum aller Niederschläge der Vorzeit, nicht mehr finden.

Alle diese Schwierigkeiten vermehren sich wesentlich noch durch den Umstand, dafs Werner den Unterschied zwischen neptunisch- und vulkanisch-gebildeten Gebirgsarten völlig vernachlässigte. Seiner Ansicht nach wa-

ren die Vulkane nur gröfsere Erdbrände, wie wir sie in den Kohlengruben finden, deshalb durchaus örtliche, bei Betrachtung des Ganzen füglich zu vernachlässigende Erscheinungen, welche erst in sehr neuer Zeit, nach einer grofsen Entwicklung organischer Körper konnten entstanden seyn. Später wurde erwiesen, dafs die Vulkane die ältesten bekannten Gebirgsarten durchbrechen, und ihr Zusammenhang mit den Erdbeben zeigte, dafs der Heerd ihrer Wirksamkeit in beträchtlicher Tiefe unter der Oberfläche der Erdrinde sich ausbreite. Zahlreiche Beobachtungen mannigfacher Art machten die Annahme nothwendig, dafs zu allen Zeiten der Erdrindenbildung vulkanische Gebirgsarten aus dem Erd-Innern sich hervorgedrängt haben, ja mehr noch, dafs diese Bildungen in ältern Perioden häufiger und grofsartiger als in neueren gewesen sind; je stärker die das Innere einschliefsende feste Erdkruste wurde, desto schwieriger und seltener mufsten ihre Zerberstungen Statt finden, und auch diese Thatsache hat die Erfahrung auf eine höchst auffallende Weise bestätigt, auf welche wir daher weiter unten wieder zurückkommen.

Dieser Widersprüche und Widerlegungen ungeachtet, sind die zahlreichen und grofsen Verdienste, welche Werner um die Fortbildung unserer Wissenschaft sich erworben hat, nicht zu verkennen; es ist nicht die Absicht der vorhergehenden Betrachtungen, sie herabzusetzen. Es bleibt nur noch übrig, von den literarischen Leistungen dieses ausgezeichneten Mannes einige Worte anzuführen. Was Werner in dieser Beziehung der Wissenschaft gewesen, ist leider weniger durch ihn selbst, als durch die Mittheilungen seiner Schüler, ein Gegenstand öffentlicher Kenntnifs geworden; sein Einflufs als Lehrer war aufserordentlich, als Schriftsteller aber ist er nur selten und niemals mit allgemein umfassenden Darstellungen seines Systems aufgetreten. Im Jahre 1787 gab er eine kurze Klassifikation und Beschreibung der

Gebirgsarten, welche aber gar nichts von seinen Ansichten über die Erdbildung enthält. Im Jahre 1791 schrieb er die „Neue Theorie von der Entstehung der Gänge", voll lehrreicher Bemerkungen, besonders mit Rücksicht auf die Kenntnifs der freiberger Erz-Lagerstätten, ein Muster klarer Darstellung mit grofser Gründlichkeit des Studiums in Beziehung auf alle hieher gehörigen Erscheinungen. Einzelne geognostische Aufsätze von Werner, welche besonders den Streit über die Entstehungsgeschichte des Basaltes betreffen, erschienen in dem Bergmännischen Journal. — Seine allgemeinen Ansichten über die Geognosie wurden nur durch die gedruckten Hefte seiner Schüler bekannt, zuerst durch Emmerling (Handbuch der Mineralogie, 1802), worin vorzugsweise nur die Karakteristik der Gebirgsarten berücksichtigt ist. In grofser Ausführlichkeit dagegen sind die Vorträge von Werner in Reufs Lehrbuch der Mineralogie, 3 Bde., 1801 bis 1806, abgedruckt; diese Schrift entbehrt einer schärfern Kritik und, wenn gleich für jetzt noch das vollständigste Kompendium von Werner's geologischen Ansichten, mufs sie doch mit Vorsicht gebraucht werden, um daraus den wahren Sinn der Worte des grofsen Meisters zu entnehmen. Werner starb am 30. Juni 1817, betrauert von zahlreichen Schülern und Verehrern, deren Liebe er als Gelehrter und Mensch in ausgezeichnetem Grade besessen; seine Verdienste wurden von der Mitwelt dankbar anerkannt.

Die aufserordentliche Aufregung, welche die Erscheinung eines so bedeutenden Mannes in die Entwicklung aller Zweige der Wissenschaft gebracht hatte, konnte nicht ohne ansehnliche Wirkungen bleiben. Werner's Schüler, welche sein Ruf aus entfernten Ländern herbeigeführt hatte, waren eifrig bemüht, das begonnene Gebäude mit zuvor nie gekannter Thätigkeit weiter fortzuführen, und wenn gleich sein Zustand gegenwärtig dem Plane seines Stifters nicht mehr ähnlich sieht, so gebührt diesem

doch vor Allem der Ruhm, die ersten Grundlagen desselben befestigt zu haben. Die Möglichkeit, vergleichende Beobachtungen in den verschiedenen Theilen der Erdrinde mit Erfolg anstellen zu können und die Feststellung der Grundsätze solcher Beobachtungen bewirkte, dafs fast Alles, was in neueren Zeiten für die Erweiterung der Wissenschaft geschehen ist, unmittelbar aus dieser Schule hervorging. Seine Wirksamkeit gab sich zunächst in seinem Vaterlande kund, und wir haben daher eine Reihe von Schülern Werner's zu nennen, die sich besondere Verdienste um die Fortbildung der Wissenschaft erworben haben.

Johann Karl Wilhelm Voigt, der älteste unter ihnen, ein ausgezeichneter Geognost und besonders thätiger Beobachter, suchte die ersten Lehren von Werner durch eine möglichst grofse Zahl eigner Forschungen zu vervollständigen. Sein Auftreten wäre gewifs noch viel bedeutender gewesen, wenn ihn nicht der Mangel umfassenderer Kenntnisse in verwandten Zweigen der Wissenschaft verhindert hätte, seinen Darstellungen mehr wissenschaftliche Schärfe und eine allgemeinere Anwendbarkeit auf die Vorstellungen von der Bildung einzelner Gebirgsverhältnisse zu geben. Wir verdanken indefs seiner Thätigkeit ganz unstreitig die erste genaue Kenntnifs eines verhältnifsmäfsig bedeutenden Theils von Deutschland, namentlich des Thüringer Waldes und seiner Umgebungen, der Rhön in Franken und der Hessischen Gebirge, unter welchen sich die Umgebungen des Meifsners auszeichnen. Die Vorstellungen dieses Gebirgsforschers waren in einigen Beziehungen abweichend von denen seines Lehrers; er war der Erste, welcher in Deutschland die vulkanische Entstehungsweise des Basalts wieder in Schutz nahm und dadurch mit Werner selbst und mit einigen seiner Schüler in literarische Streitigkeiten sich verwickelte, welche mit grofser Lebhaftigkeit, ja selbst mit einiger Erbitterung geführt wurden.

Die Resultate dieses Streites blieben in den Augen

der damals herrschenden geognostischen Schule in Deutschland sehr zweifelhaft; die Mehrzahl der bessern Gebirgsforscher neigte sich, durch den glänzenden Erfolg der Werner'schen Lehre geleitet, auf die Seite der Neptunisten. Man darf wohl behaupten, dafs die von Voigt zuerst versuchte Abweichung von diesen Grundsätzen ihm bei seinen Zeitgenossen einen grofsen Theil der Anerkennung entzogen habe, welche seinen Untersuchungen gebührt. In den späteren Jahren seiner wissenschaftlichen Thätigkeit beschäftigte Voigt sich mit einer genaueren Untersuchung des Vorkommens der Steinkohlen, und er hat um die genauere Kenntnifs der Verbreitung und der verschiedenen Lagerungsverhältnisse derselben in unserm Vaterlande unbestreitbare Verdienste.

Wir besitzen von ihm zwei Hauptwerke:

1) Praktische Gebirgskunde, 2 Ausgaben 1792 und 97, ein für seine Zeit äufserst brauchbares Buch, welches im Wesentlichen die von Werner entwickelten Ansichten wiedergiebt, nur mit der Abweichung in Bezug auf die Entstehung der Basalte.

2) Versuch einer Geschichte der Steinkohlen, der Braunkohlen und des Torfes, in 2 Theilen, 1802—1805, ein Werk, welches sehr viele noch gegenwärtig nützliche Nachweisungen und ganz besonders eine sehr gründliche, praktisch brauchbare Anleitung enthält, Steinkohlen und die verwandten Gebilde aufzusuchen und zu benutzen.

Voigt's Forschungen über den Thüringer Wald, die Rhön, sind in einer Reihe von verschiedenen kleineren Schriften enthalten, welche für die Detailkenntnifs jener Gegenden noch heute unentbehrlich sind. Es befinden sich sehr viel lehrreiche Profile darin und eine geognostische Karte des vormaligen Hochstifts Fulda, welche die Verhältnisse im Allgemeinen richtig darstellt. Die Streitigkeiten über die Entstehung des Basalts, welche mit einer Beobachtung von Werner am sogenannten

Scheibenberger Hügel im Jahre 1788 begannen *), wurden vorzugsweise im Bergmännischen Journal geführt (1788—1802, 9 Bände); doch befinden sich auch in den kleineren Voigt'schen Schriften hierüber viel lehrreiche Nachweisungen, welche in der Literatur unserer Wissenschaft unvergefslich bleiben werden.

Johann Karl Freiesleben, noch gegenwärtig mit regem Eifer für die Wissenschaft wirkend, ist einer von denjenigen Schülern Werner's, welche sich um die Verbreitung seiner Lehre die gröfsten Verdienste erworben haben. Er war in früheren Jahren bemüht, die Ansichten desselben durch eine Reihenfolge genauer Beobachtungen zu begründen und zu bestätigen. Er hat namentlich dem Theile der Werner'schen Geognosie einen hohen Grad von Ausbildung und Vollständigkeit gegeben, welcher sich mit der Kenntnifs des Flözgebirges beschäftigt, und wir können ihn ganz füglich als den Schöpfer dieses Theiles der Wissenschaft in Nord-Deutschland betrachten. Der Kreis seiner Beobachtungen erstreckte sich vorzugsweise über das Flözgebirge in Thüringen und in der Grafschaft Mannsfeld, wo der Bergbau zur Kenntnifs aller einzelnen Flözschichten eine aufserordentliche Erleichterung darbot. Die Beschreibungen, welche er von denselben gegeben hat, sind so vollkommen und erschöpfend, dafs seinen Nachfolgern dort kaum übrig geblieben ist, etwas Neues zu finden; sie sind ein klassisches Muster von Treue und gründlicher Auffassung für alle Zeiten und zugleich auf das Fleifsigste ausgestattet mit literarischen Nachweisungen. Sie sind gesammelt enthalten in dem Werke:

*) Die erste Nachricht von Werner über den Scheibenberger Hügel vom 20. Oktober 1788 ist in Nro. 57 des Intelligenzblattes der allgemeinen Literatur-Zeitung enthalten und mit den Bemerkungen von Voigt im Bergmännischen Journal II. 845 ff. wieder abgedruckt.

Geognostischer Beitrag zur Kenntnifs des Kupferschiefergebirges, 4 Theile, 1807 bis 1815,

eine Monographie, wie wir selbst jetzt kaum eine ähnliche von irgend einem Theile unseres Vaterlandes besitzen.

Aufserdem hat uns Freiesleben noch mit sehr gehaltreichen geognostischen und bergmännischen Bemerkungen über den Harz (2 Theile, 1799), mit Beiträgen zur mineralogischen Kenntnifs von Sachsen (2 Thle. 1817 und 1818) beschenkt und eine reiche Zahl interessanter Abhandlungen über einzelne Gegenstände in den früheren Bänden des Bergmännischen Journales und Lempe's Magazin der Bergbaukunde niedergelegt.

Franz Ambrosius Reufs hat sich einen Namen erworben durch den schon oben erwähnten Abdruck eines Werner'schen Heftes (1801—6), welches am vollständigsten entwickelt die Ansichten seines Lehrers enthält. Doch hat er auch eine grofse Menge von eigenen Beobachtungen über die mineralogische Beschaffenheit von Böhmen angestellt, welche zum grofsen Theile noch gegenwärtig die Hauptquelle über dieses so reichhaltige und so wenig genau gekannte Land sind. Er blieb stets ein sehr eifriger Vertheidiger der neptunischen Entstehungsweise der Basalte, was um so mehr auffallen mufs, als gerade in Böhmen so viel deutliche und schöne Beweise für die Entstehung derselben auf vulkanischem Wege vorkommen, welche dieser einseitigen Art der Auffassung wegen nur zu lange übersehen wurden. Die bedeutendsten unter den Arbeiten von Reufs waren:

Mineralogische und bergmännische Bemerkungen über Böhmen, 1801.

Orographie des nordwestlichen Mittelgebirges, 1790.

Aufserdem aber entwarf er eine Reihe von noch zum Theil äufserst nützlichen Beschreibungen über die Umgebungen mehrerer bekannteren böhmischen Mineralquel-

len, so namentlich von Eger, Bilin, Liebwerda, Marienbad u. s. w.

Nahe gleichzeitig mit Freiesleben und Reuſs, etwas nach ihnen, bildeten sich auf der Berg-Akademie zu Freiberg die beiden ausgezeichnetsten Männer, welche aus der damals dort blühenden Schule hervorgingen, nämlich Leop. v. Buch und Alex. v. Humboldt, welchen der Ruhm gebührt, nicht nur die Werner'sche Lehre nach allen Richtungen hin erweitert, sondern auch ihren Meister dadurch weit übertroffen zu haben, daſs sie, ausgehend von den Grundsätzen, welche er in die Wissenschaft eingeführt hatte, zuerst die Unanwendbarkeit seiner geogenetischen Ansichten einsahen, und indem sie dieselben verlieſsen, unserer Wissenschaft eine völlig neue, oder ihre gegenwärtige so viel versprechende Gestalt gaben. Es wird daher wohl nicht unzweckmäſsig erscheinen, den Verdiensten dieser beiden für alle Zeiten ausgezeichneten Männer hier eine etwas ausführlichere Darstellung zu widmen.

Leopold v. Buch ist unter allen Schülern Werner's unstreitig derjenige, welcher am meisten zu der Vervollkommnung des speciellen Zweiges unserer Wissenschaft beigetragen hat, welchem wir die meisten und erfolgreichsten Aufklärungen über die Gegenstände verdanken, von welchen gegenwärtig unsere Kenntniſs und Beurtheilung über die Bildungsverhältnisse unserer Erdrinde ausgehen. Wir können ihn unter den früher erwähnten Erscheinungen bedeutender Männer in dieser geschichtlichen Darstellung wohl allein nur mit H. B. Saussure vergleichen; denn er steht ihm nicht nur gleich an eben so umfassenden mineralogischen und physikalischen Kenntnissen, an Scharfsinn, Beobachtungsgabe und unermüdlichem Eifer, sondern er wird ihm auch noch dadurch vergleichbar, daſs er, im Besitze äuſserer Hülfsmittel, der Wissenschaft ganz allein, ohne Rücksicht

auf das praktische Leben, ohne Beachtung weiterer Anwendungen sich hingiebt, und die Erscheinungen solcher Männer, welche aus reinem Eifer, ohne alle störende Nebenrücksichten, allein ihrem innern Triebe folgend, sich den Wissenschaften gewidmet haben, sind zu allen Zeiten für die Vervollkommnung derselben die bedeutungsvollsten gewesen.

Nachdem L. v. Buch zu Freiberg seine Bildung für das Studium der Geognosie unter Werner's specieller Theilnahme begonnen hatte, eröffnete er den Kreis seiner Forschungen zuerst in den an geognostisch wichtigen Gegenständen so sehr reichhaltigen Gebirgsgegenden Schlesiens. Er vollendete dort zuerst eine im Jahre 1797 erschienene selbstständige kleine Schrift unter dem Titel:

Versuch einer mineralogischen Beschreibung von Landeck. Breslau 1797.

Diese Schrift, welche sogleich einiges Aufsehn erregte, ist noch heute ein sehr brauchbarer Beitrag zur Kenntnifs jener interessanten Gebirgsgegend, besonders aber ist ihre Lektüre sehr zu empfehlen, da wir sie als ein Muster einfacher klarer Darstellung, lichtvoller und gedrängter Beschreibung betrachten dürfen. Als L. v. Buch sie verfafste, trug er noch alle von Werner aufgenommenen geognostischen Betrachtungen auf die Natur über; wir finden darin eine auf das Lebendigste aufgefafste Apologie des neptunischen Ursprunges der Basalte, welche wir als ein anziehendes Dokument zur Beurtheilung des Zustandes der Wissenschaft in jener Zeit ansehen können. Nicht nur sind als das Ergebnifs genauen Studiums alle die Fälle aufgezählt, in welchen in dem Basalte sollten Versteinerungen beobachtet worden seyn, sondern es ist auch gezeigt, dafs die Basalte von Schlesien auf den verschiedensten älteren und jüngeren Gebirgsarten aufsitzen, sogar auch auf solchen, welche älter sind als das Steinkohlengebirge, daher sie denn bei Anwendung der Werner'schen Vorstellung von dem

Ursprunge der Vulkane natürlich nicht auf vulkanischem Wege entstanden seyn konnten.

Unmittelbar nach dieser Beschreibung einer vereinzelt stehenden Gebirgsgegend erschien der Versuch einer geognostischen Beschreibung von Schlesien, welcher Werner selbst gewidmet ist. Derselbe ist begleitet von einer für jene Zeit aufserordentlich vollkommenen geognostischen Karte von Schlesien, welche erst in sehr neuen Zeiten durch detaillirtere Beobachtungen von v. Raumer, v. Oeynhausen, Zobel und v. Carnall ergänzt und erweitert worden ist. Die Beschreibung selbst enthält eine Menge von Thatsachen, für jene Zeit gänzlich neu. L. v. Buch machte darin zuerst aufmerksam auf eine eigenthümliche, bisher übersehene, Gebirgsart, welche den mehr als 2000 Fufs hohen Zobten-Berg bildet, und welche er später, da er sie in vielen Theilen von Europa wieder fand, in dem Magazin der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde, 1810 und 1813, IV. 128 und VII. 234, genauer beschrieb und mit dem Namen Gabbro belegte. Die von ihm in dieser Beschreibung vorgetragenen Thatsachen gehen aber noch sämmtlich nicht nur von dem Grundsatze aus, dafs die dort vorkommenden Gebirgsarten, von der ältesten bis zur jüngsten, aus Wasser allein niedergeschlagene Produkte seyen, sondern auch davon, dafs alle Gesteine und die Unebenheiten der Erdoberfläche an denselben Orten und unter denselben Verhältnissen gebildet worden seyen, unter welchen wir sie gegenwärtig antreffen. Auf die dort so aufserordentlich mächtigen Konglomeratbildungen des Rothen Todten und des Steinkohlengebirges ward dieser Grundsatz in sehr glücklicher Weise angewendet. L. v. Buch zeigte namentlich sehr schön, wie die Geschiebe (Rollsteine), welche dieselben einschliefsen, immer genau den älteren, unter ihnen an die Oberfläche hervorkommenden Gebirgsarten entsprechen; er zeigte ferner, wie diese Geschiebe immer kleiner, die Konglo-

meratgebirgsarten immer feinkörniger und sandsteinartiger werden, je weiter wir uns von den Gebirgen ihres Ursprunges entfernen. Er war damals aber noch weit davon entfernt, zu glauben, dafs die Beunruhigung der Gewässer, welche diese Geschiebe losgerissen und so riesengrofse Trümmergebirgsmassen aufgehäuft hatte, wohl durch den Ausbruch der Porphyre möchte veranlafst worden seyn, welche sich in so aufserordentlicher Masse theils zwischen diese Konglomerate eingedrängt haben oder später von ihnen sind umhüllt worden. Wir lesen dort ferner noch sehr viel von den Fluthen, welche den Gneis und den Glimmerschiefer bildeten und welche ihn nur in bestimmten Gegenden und nach gewissen Richtungen absetzen konnten, da schon die älteren Gebirgsarten in vollendeten Bergrücken dastanden. Diese Beschreibungen indefs sind so klar und so lichtvoll, dafs wir sie auch nach dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft noch sehr vollkommen zu deuten vermögen.

Im Jahre 1797 verliefs L. v. Buch das Gebiet seiner bisherigen Beobachtungen in Nord-Deutschland; er wendete sich nach den Alpen, dem Schauplatze seiner hauptsächlichsten Forschungen. In dem an Naturschönheiten und grofsartigen geognostischen Erscheinungen so überaus reichen Salzburg fand er sich mit Alex. v. Humboldt zusammen. Er hat von den Umgebungen Salzburgs eine so naturgetreue und anziehende Schilderung gegeben, dafs wir uns derselben füglich noch gegenwärtig als eines nicht übertroffenen Musters der Beschreibung einer grofsartigen Gebirgswelt bedienen können; der Gebirgslauf, die Beschaffenheit der sich dort findenden Alpenseen, die Gestalten der Thäler (unter welchen ganz besonders das von Gastein sich auszeichnet) mit ihren Beckenbildungen und Durchbrüchen sind mit den treffendsten Zügen geschildert. Es gelang damals noch nicht, zu bestimmen, welches Glied in der von Werner aufgestellten Lagerungsfolge die Gebirgsarten einnehmen,

welche in den Vorketten der Alpen herrschend hervortreten; doch finden wir schon die ersten Andeutungen der in der neuesten Zeit so auffallend bestätigten Thatsache, dafs die herrschende Gebirgsart der Kalk-Alpen, wider die allgemein verbreitete Meinung, ein Gestein von verhältnifsmäfsig sehr neuem Ursprunge seyn müsse.

Den Winter von 1797 zu 1798 verlebten beide Forscher in Salzburg, und dieser Aufenthalt ward sehr wichtig durch die von Humboldt angestellten meteorologischen und eudiometrischen Untersuchungen. Im nächsten Frühjahre setzte Buch seine Reise über die Alpen nach Italien fort, und indem er eine sorgfältige Untersuchung der Central-Alpenkette durch Tyrol anstellte, verdanken wir ihm den ersten geognostisch genauen Durchschnitt durch dieses Gebirge, welchen er später mit einem ähnlichen über den Mont Cenis in einer geistvollen Vergleichung (welche der Keim späterer wissenschaftlicher Forschungen von Bedeutung durch Ebel geworden ist) zusammenstellte. Er verweilte damals in Nord-Italien nur wenig, in den vulkanisch gebildeten Hügeln der Euganäen bei Padua, da ihn die Begierde, die Erscheinungen vulkanischer noch fortdauernder Thätigkeit in der Nähe zu studiren, nach dem Süden zog.

Wir verdanken ihm aus jener Zeit eine vortreffliche und mit geistreichen Kombinationen ausgestattete Schilderung des Bodens, welcher die Stadt Rom trägt, in welcher er sich mit siegenden Gründen den Ansichten des italienischen Geognosten Sc. Breislak widersetzte, welcher die Meinung vorgetragen hatte, dafs Rom auf den Kratern erloschener Vulkane erbaut und der Haupt-Krater das alte *Forum romanum* (das heutige *Campo vaccino*) gewesen sey.

In dem Albaner Gebirge traf er eine Menge von Erscheinungen, welche ihn in den aus Deutschland mitgebrachten Vorstellungen über die gänzliche Unbedeutendheit vulkanischer Wirkungen und über die Beschaffenheit

vulkanischer Gesteine stören mufsten. Er fand dort eine Menge deutlich geflossener Gesteine, welche den Basalten auf das Täuschendste in Gestalt und Zusammensetzung ähnlich waren, und machte hier zuerst die für die Folge so sehr einflufsreich gewordene Beobachtung, dafs gewisse in der Basaltlava befindliche krystallinische Bestandtheile, wie namentlich der Leuzit und der Pyroxen, mit der Hauptmasse derselben gleichzeitig müssen gebildet worden seyn (*Journ. de Phys. VI.* 352.), eine Bemerkung, welche der Schlüssel zur richtigen Beurtheilung aller Porphyre und der ihnen analog gebildeten Gesteine geworden ist. Nichts desto weniger konnte L. v. Buch damals noch nicht in den Ueberzeugungen über die neptunische Entstehung der deutschen Basalte und über die Beschränkung der vulkanischen Wirkungen auf die neueren Epochen der Erdrindenbildung wankend gemacht werden; nichts giebt vielleicht einen vollkommneren Begriff von dem Einflusse, welchen Werner auf alle seine Schüler übte, als ein in v. Moll's Jahrb. der Berg- und Hüttenk. Bd. III. p. 361 abgedruckter, aus Rom geschriebener Brief (vom 23. Sept. 1798).

Nach langen Hindernissen gelangte L. v. Buch endlich (am 19. Febr. 1799) zum ersten Male nach Neapel. Er studirte daselbst die Erscheinungen des benachbarten Vesuv, und hat uns von Allem, was dieser merkwürdige Berg damals zeigte, von der Gestalt seines Kraters, den Veränderungen, welche derselbe erleidet, eine unübertrefflich schöne, begeisterte Schilderung gegeben. Damals war das Andenken einer der gröfsten Eruptionen, welche der Vesuv je gehabt hat, der von 1794, welche Torre del Greco zerstörte, noch sehr neu, und seine Darstellung von den dabei vorgekommenen Erscheinungen ist ein Muster lebendiger und malerischer Schilderungen grofsartiger Naturereignisse. Der Vesuv zeigte gerade damals keine Eruptions-Erscheinungen, denn die *bocche* von 1794 rauchten zwar noch, aber der grofse Krater war

ausgeräumt und ein etwa 400 Fufs tiefer Trichter, dessen Inneres man nicht betreten konnte. Erst im Jahre 1804 wieder begann der durch übergrofse Anstrengungen gleichsam erschöpfte Berg sich zu regen, und am 12. August 1805 machte er einen merkwürdigen Ausbruch, bei welchem L. v. Buch abermals, gemeinschaftlich mit Alex. v. Humboldt und Gay-Lussac, zugegen war. Auch diesen schildert er, und wir besitzen auf diese Weise die erste geordnete Darstellung der Phänomene, welche bei der Eruption eines Vulkans sich ereignen, und den ersten Versuch, sie mit einander in Beziehung zu bringen; noch gegenwärtig müssen wir sehr oft auf die dort entworfenen Beschreibungen zurückkommen, und bei weitem der gröfste Theil aller der damals vorgetragenen Vorstellungen hat sich später in einer oft sehr auffallenden Weise bestätigt.

Nach dem ersten Aufenthalte in den südlichen Theilen von Italien wandte Buch sich im Jahre 1802 nach dem südlichen Frankreich; er besuchte hier zuerst unter den deutschen Geognosten jene durch ihren Reichthum an erloschenen Vulkanen so merkwürdigen Bezirke der Auvergne, in den Umgebungen von Clermont, am Mont d'Or, über welche theilweise schon die früheren Beobachtungen von Guettard, Soulavie, Dolomieu, Faujas de St. Fond viel Licht verbreitet hatten. Dort hob er zuerst wieder die schon von Dolomieu gemachte Entdeckung hervor, dafs die Vulkane aus dem Granite hervorbrechen, eine Wahrnehmung, deren Beachtung in Deutschland die damals in ihrer höchsten Blüthe begriffene Werner'sche Lehre zurückgehalten hatte. Er machte ferner die Bemerkung, dafs die meisten der dortigen Vulkane aus einer zuvor unbeachtet gebliebenen eigenthümlichen, sehr feldspathreichen Gebirgsart bestehen, welche er Trapp-Porphyr oder, weil sie den Puy de Dome bildet, Domit nannte. Er hielt sie damals für eine durch Aufblähung vermittelst Dämpfen und durch unvollkommene Schmelzung veränderte Granitmasse, und

glaubte, dafs ganze Berge von ihr, gleichsam wie hohle Blasen in einer zähen Flüssigkeit, könnten erhoben worden seyn, ohne am Gipfel zu platzen, also auch ohne Ausbruchs-Erscheinungen zu zeigen. Es ist diefs dieselbe Gebirgsart, welche jetzt allgemein unter dem ihr von Haüy ertheilten Namen Trachyt bekannt ist, und von welcher wir grofsentheils erst durch L. v. Buch's zahlreiche spätere Beobachtungen wissen, dafs sie den Kern und die Produkte der ältesten Eruptionen aller genauer bekannten Vulkane der Erde bildet *).

L. v. Buch sah hier nun ferner wieder deutlicher als jemals zuvor die Basalte, von den unsrigen ununterscheidbar in deutlichen Lavaströmen am Fufse der trachytischen Kegel hervorbrechen, und wenn er nun freilich über die Bedeutung der vulkanischen Erscheinungen manche sehr geänderte Ansicht gefafst haben mochte, so wurzelte doch das Bild der über die Entstehung der Basalte ursprünglich empfangenen Vorstellungen so fest in seiner Seele, dafs er seine Berichte über die Auvergne mit den Worten schlofs:

„So stehen wir bestürzt und verlegen über die Resul-„tate, zu denen uns die Ansicht des Mont d'or nö-„thigt. — — — Aber auch die eifrigsten Vulkanisten „sollten es nicht wagen, dieses Resultat als ein allge-„meines zu betrachten und es auf deutsche Basalte an-„wenden zu wollen. Stehen die Meinungen im Wi-„derspruch, so müssen neue Beobachtungen den Wi-„derspruch lösen. —"

Alle diese von L. v. Buch in den ersten Jahren seiner Studien der Wissenschaft gewonnenen und so einflufsreichen Thatsachen sind gesammelt in einem eigenen Werke: Geognostische Beobachtungen auf Reisen

sen

*) In einer eigenen ausführlichen Arbeit gedruckt in den Abhandlungen der berliner Akademie von 1812 u. 13. S. 127.

sen durch Deutschland und Italien. 2 Bände, 1802 und 1809.

Dieſs war nur der Anfang der Laufbahn dieses groſsen Naturforschers. Nachdem er seine Reisen im Süden von Europa beendet hatte, trieb ihn der Wunsch, allgemeine Aufschlüsse über die geognostische Beschaffenheit des damals noch ganz ununtersuchten Nordens zu erhalten, nach Norwegen. Er verweilte in Skandinavien mehr als zwei volle Jahre (vom Juli 1806 bis zum Oktober 1808). Gleich der erste Eintritt in dieſs merkwürdige Land ward durch eine glänzende, ewig denkwürdige Entdeckung bezeichnet. Er begann seine Untersuchungen in der Umgegend von Christiania, und fand dort eine eigenthümliche, von allen bisher bekannten abweichende Zusammensetzung der Erdrinde; die gröſste Verwunderung erregte es, daſs der Granit, welchen man bisher stets als unzweifelhaftes Urgebirge (nach Werner als den ursprünglich erschaffenen Kern des Planeten) zu betrachten gewohnt war, sich dort zwischen jüngeren Gebirgsarten und namentlich in groſsen Erstreckungen unter der Bedeckung eines eigenthümlichen Kalksteines fand, welcher reichlich mit Versteinerungen erfüllt war. Er durchsetzte zugleich in Verbindung mit eigenthümlichen Porphyren (dem schönen Zirkon-Syenit) diesen Kalkstein in zahlreichen Gängen, und veränderte ihn mehrfach an den Berührungsflächen auf eine Weise, über welche wir später von Keilhau Aufschlüsse erhalten haben*). So lag schon in jener Zeit die Ansicht sehr nahe, daſs der Granit und die Porphyre aus dem Innern der Erde hervorgetreten seyen; doch die damals allgemein in der Geognosie herrschenden Meinungen waren einer solchen Ansicht ganz zuwider.

Nach dieser erfolgreichen Entdeckung reiste L. v. Buch über das hohe Dovrefield-Gebirge am Snehättan

*) Poggendorf Annalen, V. 133.

vorüber nach Drontheim; von dort aber nahm er den Weg theils zu Wasser, theils zu Lande weiter nordwärts zwischen den zahllos zerschnittenen Felsenküsten und Inseln hindurch bis zum nördlichsten Amte von Norwegen, und gelangte endlich im Juli 1807 an die äufserste Nordspitze Europa's, in dem Nord-Kap auf der Insel Mager-Oe (71° 20′), deren geognostischen Bau er erforschte, und wo er u. a. die Freude hatte, die von ihm in Schlesien zuerst entdeckte neue Gebirgsart, den Gabbro, wieder anzutreffen.

Seine Rückreise nahm dieser unermüdete Beobachter quer durch Lappland, hinauf längs dem Flusse von Alten und von dort hinunter längs der Torneå-Elf nach Torneå, von wo er längs der Küste über Stockholm nach dem Anfangspunkte seiner Reise, nach Christiania, zurückkehrte.

Die Resultate dieser merkwürdigen Reise waren in mehrfacher Rücksicht höchst bedeutend; denn es wurde durch sie nicht nur eine grofse Zahl von wichtigen und unerwarteten Aufschlüssen über den Bau der Erdrinde in jenen Gegenden gegeben, sondern wir erhielten auch, abgesehen von den meisterhaften Schilderungen der allgemeinen Natur und des Kulturzustandes jener Länder, eine reiche Zahl von Nachrichten über die klimatischen Verhältnisse und die Vegetationsgrenzen in ihren Gebirgen, ja es war endlich noch die Kenntnifs einer der merkwürdigsten Thatsachen, welche wir durch die Anschauung L. v. Buch's hier gewonnen haben. Er erkannte nämlich, geleitet durch die aufserordentlich deutliche Abnahme, welche die Höhe des Meeresspiegels insbesondere an den Küsten des botnischen Meerbusens erleidet, dafs nichts Anderes übrig bleibe, als die Ansicht zu fassen: dafs das Kontinent von ganz Schweden noch gegenwärtig fortdauernd sehr langsam in die Höhe steige, von Frederikshall

bis gegen Åbo und vielleicht bis gegen Petersburg.

Alle diese merkwürdigen Thatsachen sind in einem besonderen Werke enthalten, nämlich:

Reise durch Norwegen und Lappland, zwei Bände, Berlin 1810.

Sie sind später theilweise von andern ausgezeichneten Beobachtern, wie von Hausmann, Hisinger, Keilhau, Naumann, Wahlenberg und Hällström, nicht nur bestätigt, sondern auch mehrfach ergänzt und erweitert worden; ein jeder derselben hat indeſs nur einzelne Theile bearbeitet, für das Ganze hat Niemand bis jetzt etwas Aehnliches geleistet.

Zurückgekehrt von diesen denkwürdigen Unternehmungen, wurde das Vaterland Gegenstand ausgedehnter und anhaltender Untersuchungen, besonders aber widmete er eine angestrengte Aufmerksamkeit dem Riesengebilde der Alpen. Die Resultate dieser Untersuchungen entwickelten sich indeſs groſsentheils erst später in einer Periode, welche den anziehendsten Reise-Unternehmungen dieses unermüdeten Naturforschers folgte.

Er begab sich von England aus, zusammen mit dem ausgezeichneten norwegischen Botaniker Christian Smith, welcher später auf der unglücklichen Expedition der Engländer nach dem Congo seinen Tod fand, nach den canarischen Inseln. Sie landeten gegen Ende April 1815 auf Madeira, wo sie einige sehr interessante pflanzengeographische Studien machten, gingen von dort nach Teneriffa, bestiegen den Pic daselbst, besuchten nun die übrigen Inseln Gran Canaria, Palma und Lancerote, und kehrten im December 1815 wieder nach England zurück.

Die Resultate dieser denkwürdigen Reise-Unternehmung waren besonders in Rücksicht auf geognostische Forschungen von ausnehmender Wichtigkeit. Vor Allem ward

9*

uns ein Bild von der Zusammensetzung dieser Inseln gegeben, welches die früher bekannten Schilderungen von diesen Ländern weit übertrifft. Leopold v. Buch lieferte Karten von Lancerote, Palma und Teneriffa, auf denen die Darstellung des Terrains sein ausschliefsliches Werk ist und den Beweis liefert, wie wahrhaft naturgetreue Bilder nur aus der Auffassung der Sache selbst hervorgehen können; er fand in Tardieu einen Künstler, der es verstand, den Geist der Zeichnung mit Eleganz und Präcision wieder zu geben; so lassen die Karten von Palma und Teneriffa Alles weit hinter sich zurück, was in dieser Beziehung über ähnliche Länder jemals geleistet wurde. Die geognostische Untersuchung hatte das Ergebnifs geliefert, dafs alle diese Inseln das Werk einer vulkanischen Thätigkeit in ihrem grofsartigsten Maafsstabe seyen; die Erzeugnisse derselben wurden nach den stets regelmäfsig auf einander gefolgten Perioden ihrer Bildung erkannt. Ueberaus lehrreich ist in dieser Beziehung die Beobachtung der auf einander gelagerten Reihenfolge vulkanisch gebildeter Bänke, welche in den bis zur Meeresfläche tief eingerissenen Schluchten von Palma verfolgt wurden. Wir lernen zuerst darauf achten, dafs der Kegelkoloss des Pico von Teneriffa in einer Höhe von etwa 7000 Fufs über dem Meere von einem prachtvollen Cirkus vulkanischer Felsen älterer Bildung eingefafst wird, zwischen welchen der majestätische Bimstein- und Obsidian-Kegel desselben sich erst in einer neueren Epoche erhoben hat. Von Lancerote erhielten wir ein ungemein grofsartiges und überraschendes Bild über die gigantischen Wirkungen, welche dort eine der gröfsten unter den bekannten Eruptionen, die von 1730, hervorgebracht hat, welche mehrere Quadratmeilen Landes zusammenhängend mit Lava bedeckte.

L. v. Buch ging indefs nun in diesen über den Einflufs der Vulkane für die Gestaltung unserer Erdoberfläche angestellten Untersuchungen noch sehr viel weiter,

und bereicherte dadurch die Wissenschaft mit einer grofsen Zahl von merkwürdigen Thatsachen.

Er leitete aus einer geistvollen Vergleichung der besten Quellenangaben das Resultat ab, dafs alle die zahllosen, im Gebiete des weiten Oceanes zerstreut liegenden Inseln, gleichwie die canarischen, auf vulkanischem Wege entstanden sind. Er widerlegte nicht nur siegreich die zuvor oft vorgetragene Meinung, dafs die Inselgruppen der Südsee die Reste eines einst hier versunkenen Kontinentes seyen, dessen vormalige Bergspitzen vereinzelt hervorragend stehen geblieben wären, sondern er zeigte auch, dafs alle diese Inseln auf eine eigenthümliche Weise gleichartig gebildet sind, indem sie alle in ihrem Centrum eine tiefe trichterförmige Höhlung besitzen, deren einfassende Wände aus den Schichtenköpfen der ringsum von den Küstenrändern her gleichförmig aufsteigenden Gesteinsbänke gebildet werden. Dieser Umfang ist durch zahlreiche, senkrecht niedersetzende, enge Spaltenthäler strahlenförmig zerrissen, und im Innern der grofsen Centralhöhlung hat sich oft ein neuerer Vulkan ausgebildet, vereinzelte Eruptionen sind durch die Wände gegangen. Diese eigenthümliche Art der Bildung, diese ringsum aufsteigenden Schichten, diese Zerreifsungen und die Höhlung in der Mitte, ist das Produkt einer vor dem Ausbrechen eines Vulkanes Statt gefundenen Erhebung. Die nun geneigt liegenden Lava-, vulkanischen Tuff- und Konglomerat-Bänke waren einst wagerecht auf dem alten Meeresboden verbreitet und sind später durch einen senkrechten Stofs in die Höhe getrieben, und deshalb nannte er alle so gebildeten Inseln Erhebungs-Inseln und ihre mittlern Höhlungen Erhebungs-Kratere, welche er sorgfältig und ihrem Wesen nach von den Eruptions-Krateren zu unterscheiden sich demnach veranlafst sah. Er hatte zugleich bemerkt, dafs auch viele der auf dem Festlande zerstreut liegenden Vulkane, so weit wir sie genau kennen, von einem äufsern, wie jene Inseln ge-

bildeten Ringe umgeben sind, und es gestaltete sich daher das Verhältnifs der Erhebungs- zu den Ausbruchs-Krateren zu einem in vulkanisch gebildeten Gegenden vielfach wiederholten Naturgesetze.

So geistreich und scharfsinnig diese Ansicht auch ist und so sehr sie zur Vereinfachung unserer Vorstellungen über vulkanische Gegenstände beiträgt, so ist sie doch keinesweges nach ihrem Erscheinen von den gleichzeitigen Gebirgsforschern allgemein angenommen worden. Besonders haben englische Geognosten, wie Daubeny, Scrope und Lyell, sich dieser Vorstellung nicht angeschlossen, und auch in Frankreich ist sie Gegenstand einer sehr hartnäckig geführten Kontroverse geworden. Die Gegner derselben haben nämlich hauptsächlich eingewendet, dafs alle zum Theil unter unsern Augen entstandenen oder mit einem, wenn auch erloschenen, so doch deutlich erhaltenen Eruptions-Krater versehenen Vulkane, welche sich durch allmälige Aufschüttung der ihre Abhänge zusammensetzenden Stoffe vom Mittelpunkte her gebildet haben, auf eine ganz gleichartige Weise wie die Erhebungs-Inseln gebildet sind.

Wie nun auch über diese Verschiedenartigkeit der Ansichten entschieden werden möge, so bleibt nichts desto weniger der vulkanische Ursprung aller zerstreut liegenden Inseln des grofsen Oceans unangetastet; Leopold von Buch hat an dieselben noch eine sehr vollendete allgemeine Uebersicht von der Verbreitung der vulkanischen Thätigkeit auf der ganzen Erdoberfläche angeschlossen. Die Resultate, welche aus dieser Darstellung hervorgehen, sind in hohem Grade merkwürdig; denn es erweist sich, dafs die Vulkane auf der Erdoberfläche grofsentheils in gewissen, sich sehr oft auf einander beziehenden Reihen gesammelt liegen; diese Reihen hat er auf eine in der Sache selbst liegende Weise auf grofse Spalten gedeutet, durch welche die unterirdischen Kräfte sich den Weg bahnten, und es ist gewifs äufserst merk-

würdig, dafs dieselben nicht nur im Allgemeinen sehr häufig auffallend dem Umrisse der grofsen Kontinentalmassen entsprechen, sondern auch, dafs sie im Einzelnen der Erstreckung höherer und aus ältern in die Höhe gestiegenen Gebirgsarten gebildeter Bergketten parallel laufen, an deren Fufse sie hervorbrechen.

Vortrefflich zeigt sich die erste Thatsache an dem Kranz von Vulkanen, welcher das Festland von Hinter-Indien und China, auf den Sunda-Inseln, den Mollucken und den Philippinen umgiebt; die Fortsetzung dieser Linie begleitet die Küstenumrisse Ostasiens über Japan und Jesso, die Kurilen nach Kamtschatka. Von dort aber setzt diese Spalte ungemein deutlich durch die Reihenfolge der aleutischen Inseln nach Amerika über, und hier wieder längs der ganzen Westküste dieses Kontinents bis zur Südspitze läuft eine fast ununterbrochene Reihe von grofsentheils jetzt noch brennenden Vulkanen fort, welche die Ränder desselben vollständig einfassen. Von dem Parallelismus höherer Bergketten mit Vulkanreihen liegt ein sehr schönes Beispiel in den Nordküsten Neu-Guinea's, Neuhollands und der zwischenliegenden Inseln vor, ungemein deutlich und klar ist dasselbe von einer Vulkanreihe in dem Archipelagus der Inseln von Griechenland nachgewiesen, und sehr vollkommen entspricht diesem Bilde die ganze Zusammensetzung der italienischen Halbinsel.

Diese grofsartigen und so allgemein wahren Ansichten mufsten mehr als Alles, was vorherging, zur Vervollkommnung unserer Wissenschaft beitragen; der Schlufs lag nun sehr nahe, dafs nicht nur unsere grofsen Kontinentalmassen, sondern auch unsere Bergketten im Einzelnen durch Erhebung und Zerreifsung ihres Zusammenhanges mit dem vormaligen Meeresgrunde in ihre gegenwärtige Stellung versetzt worden seyen. Die aus dem Innern empordrängenden Kräfte (zusammengeprefste Dämpfe) konnten nur durch die an den Rändern entstandenen

Risse (Spalten) der Erdkruste entweichen, und da, wo unzählige Spalten und Oeffnungen entstanden, wie im Becken der Südsee, da konnte keine zusammenhängende Kontinentalmasse emporsteigen, sondern vielmehr das Kontinent, das sich erheben wollte, blieb unter dem Meeresgrunde zurück.

Mit dieser Vorstellung schwanden nun natürlich von selbst alle die Reste von den einseitigen und auf Lokal-Erscheinungen beschränkten Ansichten, welche durch den Einfluſs der Lehre Werner's noch und ganz besonders in unserem Vaterlande zurückgeblieben waren, und der Beifall des Zeitalters konnte dieser Erweiterung unserer wissenschaftlichen Kenntnisse nicht fehlen. Es haben sich daher auch alle die bedeutenderen unter den neueren Gebirgsforschern unbedenklich dieser Ansicht angeschlossen und in diesem Sinne ihre Beobachtungen unternommen; indeſs hat ihr erster Begründer selbst noch eine groſse Reihenfolge von Thatsachen ermittelt, welche dieser Theorie einen sehr hohen Grad der Entwickelung gegeben haben.

Die ersten Grundlagen derselben, welche sich der genaueren Erforschung der kanarischen Inseln anschlossen, sind enthalten in einem kostbaren Werke: Physikalische Beschreibung der kanarischen Inseln. Berlin 1825, mit Atlas, in welchem sich nächst den geognostisch wichtigen Thatsachen auch noch eine groſse Menge für die physikalische Geographie wichtiger Gegenstände behandelt findet, wie die pflanzengeographischen Verhältnisse jener Inseln, Quellen-Temperaturen, meteorologische Verhältnisse.

Ueber einige der wichtigeren, zur Begründung der hier vorgetragenen Theorie dienenden Gegenstände verbreiten sich ganz besonders noch folgende zwei Abhandlungen: Ueber die Zusammensetzung der basaltischen Inseln und über Erhebungs-Kratere (Abhandl. d. Berliner Akademie von 1818 und 19, abge-

druckt in Leonhard's Taschenbuch, 1821. S. 391), und: Ueber die Natur der vulkanischen Erscheinungen auf den kanarischen Inseln und ihre Verbindung mit andern Vulkanen der Erdoberfläche (Poggendorff's Annalen X. 1827).

Nach der Rückkehr von den kanarischen Inseln besuchte L. v. Buch die durch ihren Reichthum an Basalten so merkwürdigen Hebriden, an der Westküste von Schottland, und den Riesendamm in der Grafschaft Autrim in Irland.

Hierauf nahm er in Deutschland seine früher begonnenen Untersuchungen wieder auf. Aus einer immer fortschreitenden Kenntnifs der Alpenkette und ihrer inneren Verhältnisse entwickelten sich seine Ansichten über die Bildungsweise dieser mächtigen Gebirgserscheinung, so wie über die Entstehungsweise aller Gebirgsketten der Erde überhaupt. Von dem Gedanken eines Zusammenhanges des ganzen grofsen Alpengebirges als einer selbstständig dastehenden Masse ausgehend, war die Parallelrichtung aller Ketten, welche dasselbe zusammensetzen (eine Erscheinung, welche zuerst Saussure bemerkt hatte, und welche nachher Ebel zu einer enthusiastisch ergriffenen Ansicht benutzte), ein Gegenstand seiner Aufmerksamkeit geworden.

Er machte die Entdeckung, dafs die Ost-Alpen in Vergleich gegen die West-Alpen eine merkwürdige Eigenthümlichkeit besitzen. Nachdem nämlich die ganze Masse des Gebirges vom nördlichen Ende der Montblanc-Kette etwa bis nach Oesterreich hinein ununterbrochen die Richtung von SW. nach NO. beibehalten hat, erleidet dasselbe in der Gegend von Gräz, bei dem Städtchen Obdach, eine Art von Gabelung. Ein Theil desselben setzt seine alte Richtung in dem Wiener Walde fort, fällt dort zwar ab gegen die Ebene von Nieder-Ungarn, in welcher der Neusiedler See liegt, erhebt sich indefs bald wieder zu nie-

deren Bergreihen, welche bei Prefsburg die Donau zusammenengen und mit dem in der Tiefe zum Vorschein kommenden Urgebirge in gleicher Richtung in die rasch wieder aufsteigenden Karpaten übergehen.

Der andere südliche Theil, oder die Hauptmasse des Gebirges wendet sich von Gräz auf eine auffallende Weise schnell rechtwinklig auf seine bisherige Richtung gegen SO.; geht über in die hohe Gebirgsmasse, welche durch Kärnthen und Krain um Idria und Triest nach der Halbinsel von Istrien, nach der Küste von Dalmatien und nach den zahllosen lang gestreckten Inseln, Stücke von Parallelketten bildend, fortsetzt. Diese Streichungslinie wiederholt sich weiter ostwärts in den Gebirgen von Bosnien, Servien, Bulgarien, in dem Balkan, und das äufserste Ost-Ende dieser grofsartigen Gebirgsmasse setzt man gewöhnlich an das hoch vorspringende Kap Emineh an der Küste des schwarzen Meeres.

Es ist aber hiebei ganz besonders merkwürdig und wir verdanken diese Kenntnifs den Forschungen L. v. Buch's, dafs gerade an dem Punkte, wo der Centralstock der Alpenkette sich unweit Obdach spaltet, in der Lücke zwischen den beiden auseinander weichenden Zweigen sich einige im ganzen Alpengebiete nie zuvor gesehene Berge von vulkanischer Bildung, aus Trachyt bestehend, einstellen. Er hat die Auffindung und die Verhältnisse derselben in den Abhandlungen der Akademie vom Jahre 1818—19 beschrieben *). Der Schlufs lag sehr nahe, dafs in dem Innern der Erdrinde stecken gebliebene vulkanische Massen wohl die Erhebung der ganzen Alpenkette bewirkt haben mögen, und dafs dieselben nun da sehr natürlich an die Oberfläche getreten seyen, wo es ihnen gelungen war, endlich die Hauptmasse des Gebirges auseinander zu reifsen und wo kein

*) Leonh. Taschenb. 1821. S. 457 sq.

Widerstand an der Oberfläche ihrem Hervorbrechen mehr entgegenstand.

Diese merkwürdige Thatsache, welche sich unmittelbar an das anschliefst, was Saussure an dem entgegengesetzten Ende der Alpen, aus ganz andern Beweggründen, von der Montblanc-Kette schliefsen zu müssen geglaubt hatte, ward bald nachher noch durch eine von L. v. Buch angestellte Reihe wichtiger Beobachtungen bestätigt, welche den gröfsten Einflufs auf die Ausbildung unserer Ansichten von der Entstehung der Bergketten überhaupt ausgeübt haben. Der Schauplatz dieser Beobachtungen waren das südliche Tyrol zu beiden Seiten des Etsch-Thales und einige besonders gegen Ost angrenzende Gebirgsgegenden.

Schon lange hatte in diesen Gegenden und besonders längs der Strafse über Brixen und Botzen, welche vom Brenner nach Italien führt, das Auftreten einer sehr mächtigen Porphyrmasse, als einer Gebirgsart, welche in den übrigen Theilen der Alpen nicht vorkommt, die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen. In den Umgebungen derselben auf dem linken Ufer der Etsch im Fassathale und seinen Nebenthälern zeichnen sich zugleich auch die Ketten des Gebirges durch eine ganz besonders auffallende Zerrissenheit und durch schroffes und kühnes Aufsteigen ihrer vereinzelt hervorragenden Gipfel aus. Diefs Verhältnifs zog den unermüdeten Gebirgsforscher mehrere Jahre nach einander in diesen Theil der Alpen, und er ahnete hier den Schlüssel zur Aufklärung wichtiger Verhältnisse zu finden.

Es zeigte sich, bei genauerer Betrachtung, dafs die oben erwähnte Porphyrmasse aus zwei völlig von einander verschiedenen Formationen gebildet wird. Die eine zeichnet sich durch ihre vorherrschend rothe Grundfarbe, durch das stets deutliche Vorkommen rein ausgeschiedener Quarzkörner aus; ihr vorwaltender Bestandtheil ist Feldspath. Die andern Porphyre dagegen sind von

herrschend dunkler, oft schwarzer Grundfarbe, dem Basalte ähnlich; sie führen niemals frei ausgeschiedene Quarzkörner, wohl aber als wesentlichen Bestandtheil Augit oder Pyroxen, welcher auch ihre schwarze Farbe bedingt. Beide Porphyrarten halten sich stets scharf von einander getrennt; L. v. Buch nannte den ersten einfach den rothen oder Quarzporphyr, den letzteren aber den schwarzen oder Augitporphyr (Brongniart: Melaphyr).

Ueberaus merkwürdig aber sind die Verhältnisse dieser beiden Porphyre gegen einander.

Es fand sich, daſs der rothe Porphyr von bei weitem älterer Bildung als der schwarze seyn müsse; denn wo beide mit einander in Berührung treten, da trennen sie sich nicht nur, wie erwähnt, immer ungemein deutlich und scharf von einander, sondern es ward auch der erstere stets von dem andern durchbrochen und aus einander gerissen. Aber von noch gröſserer Wichtigkeit war der verschiedene Einfluſs, welchen diese beiden Porphyre auf die Stellung der umgebenden Gebirgsmassen ausübten. Der rothe Porphyr scheint in dieser Beziehung völlig indifferent; er findet sich in gleichförmiger Verbindung mit einem, ihm stets zugehörigen, deutlich geschichteten rothen Sandsteine, auf welchem die Kalksteine der höheren Alpenketten sich gleichförmig auflagern.

Nicht so dagegen ist das Verhalten der Melaphyre. Ueberall in ihrer Nähe zeigen sich Erscheinungen der Verwirrung und Zerstückelung; zwar sind auch sie oft mit einer eigenthümlichen Konglomeratmasse umgeben, aber ohne deutliche Schichtung, wie der rothe Sandstein, die Bruchstücke in ihr wild verworren, ohne vorwaltende Ablagerungsflächen durcheinander liegend. Es ist nicht zu bezweifeln, daſs dieſs Konglomerate seyen, welche durch Reibung und Zerstückelung an Ort und Stelle, nicht durch Abrollung und Niederschlag von darüber hinfluthenden Gewässern gebildet sind. Kein einziges Gestein

in der Umgebung befindet sich mit den schwarzen Porphyren in gleichförmigen Verhältnissen, sie haben theils ältere Gesteine an die Oberfläche gehoben, welche nun in grofsen Bruchstücken zum Theil von ihnen umschlossen und getragen werden, theils durchschneiden und zerreifsen sie alle jüngeren Gebirgsarten und haben ihre ursprünglichen Schichtenrichtungen auf's Wunderbarste durcheinander geschoben. Ueberall, wo irgend ein auffallender, rasch hervortretender Wechsel in der Oberflächengestalt jener Umgebungen vorkommt, wo steil aufsteigende, scharf ausgezackte, unersteigliche Felsenkegel emporstarren, ist der schwarze Porphyr nicht weit, und er befindet sich dann in einer solchen Lage, dafs man nicht leicht umhin kann, sein Daseyn als die Ursache dieser merkwürdigen Eigenthümlichkeiten in der Gestaltung der Oberfläche anzusehen.

Eben so wichtig ist die auffallende Veränderung, welche die Nähe des schwarzen Porphyrs auch auf die eigenthümliche Beschaffenheit der Gesteinmassen ausübt, welche mit ihm in Berührung treten. Ueberall nämlich, wo der schwarze Porphyr sich in Verbindung mit den dort vorherrschenden Kalksteinen zeigt, ist die Masse derselben sehr auffallend eine andere geworden. Sie verliert zunächst ihre in den meisten Fällen deutliche Schichtung, und ist in eine plumpe, nach unregelmäfsigen Richtungen zerklüftete Masse umgewandelt; sie ist aus dem gemein dichten und groberdigen Zustande in eine eigenthümlich krystallinische, eckig-körnige, dem Zucker ähnliche Beschaffenheit übergegangen. Eine genauere Untersuchung zeigte sogar, dafs diese veränderte zuckerkörnige Masse kein kohlensaurer Kalk mehr sey, sie zeigte vielmehr beständig eine Zusammensetzung aus kohlensaurer Kalk- und Talkerde; diese Verbindung von kohlensaurer Kalk- und Talkerde war schon früher in andern Gegenden gekannt und von den Mineralogen mit dem Namen Dolomit unterschieden worden.

Diefs sind die wesentlichsten und zum Theil überraschend neuen Thatsachen, welche L. v. Buch in dieser vor ihm noch nie genauer untersuchten Gegend der Alpen entdeckte; er hat sie grofsentheils in einer von einer vortrefflichen geognostischen Karte und von höchst merkwürdigen Profil-Zeichnungen begleiteten Reihe von Abhandlungen beschrieben, welche sich sämmtlich in Leonhard's Taschenbuch vom Jahre 1824 beisammen finden.

Höchst einflufsreich sind ferner die Folgerungen, welche er aus der Beobachtung dieser Thatsachen ableitete. Er fand nämlich, dafs die von ihm entdeckten Porphyre sich in Ost sowohl wie in West von dieser Hauptgegend ihres Erscheinens noch mehrfach in dem Gebiete der Alpenketten wieder nachweisen liefsen, überall in der Richtung der Haupt-Streichungslinie der Alpen, am Fufse steil abfallender Bergketten. Er zweifelte daher nicht länger, dafs das Heraustreten dieser neuentdeckten Porphyr-Formation es eigentlich gewesen sey, welche das Riesengebilde der Alpenkette erhoben und in seine gegenwärtige Stellung versetzt habe. Ueberall, wo diese Porphyre sich zeigen, kommen auch mit ihnen die wunderbaren schneeweifsen, zuckerkörnigen Dolomitfelsen zum Vorschein. Er schlofs daraus, dafs dieser Porphyr den Kalkstein in Dolomit auf eine eigenthümliche Weise umgewandelt habe. Der Kalkstein wurde bis in sein Inneres zerklüftet, und von diesen Zugängen aus konnte der, mit dem Porphyre aus dem Innern hervordringende Bestandtheil sich mit dem Kalke verbinden, ohne in der Undurchdringlichkeit einer festen Masse einen nicht zu überwindenden Widerstand anzutreffen. Der Zusammenhang zwischen dem Augitporphyre und dem Dolomit erschien um so inniger, als gerade der Augit eine grofse Menge von Talkerde enthält.

Dieser Vorgang, so abweichend er auch immer von den bisherigen Vorstellungen der Gebirgsbildung erscheinen mochte, wurde äufserst scharfsinnig erläutert durch

die Art, wie sich der Dolomit mit dem Kalksteine verbunden zeigt. Man sieht nämlich keinesweges da, wo der Kalkstein durch die Nähe des Porphyrs seine Schichtung verliert, ihn gleichförmig in Dolomitmasse umgewandelt, sondern man findet die Schichtung zerbrochen und undeutlich geworden, theils durch verworrene Ineinanderschiebung, theils durch Zerbrechung der Schichten vermittelst einer Menge neu entstandener und in den verschiedenartigsten Richtungen durchsetzender Klüfte. Von diesen Klüften aber geht die Dolomitbildung aus, denn ihre Wände bestehen aus krystallinisch-körnigem Dolomit mehr oder minder tief in den benachbarten Kalkstein hinein, alle kleinen Höhlungen und leeren Räume sind mit Dolomit-Drusen bezogen, und so kann die Umwandlung mehr oder minder vollkommen bewirkt werden. Da er überall, wo er im südlichen Tyrol den Dolomit fand, auch den schwarzen Porphyr in paſslicher Nähe und Durchdringung sah, so schloſs er sehr natürlich, daſs auch da, wo Dolomitmassen in dem übrigen Theile der Alpen vorkommen, sich der schwarze Porphyr in der Nähe finden müsse, und nur durch irgend eine Zufälligkeit in seiner Lage nicht an die Oberfläche getreten sey. Seine Ansicht fand daher eine sehr vollkommene Anwendung auf das ganze Alpengebirge, und mit Recht konnte mithin Süd-Tyrol als der Schlüssel zu der vollkommenen Kenntniſs der Alpenketten betrachtet werden.

Die Anwendung dieser in den Alpen gemachten glänzenden Entdeckung reichte indeſs noch weiter. Es fand sich nämlich, da nun einmal die Aufmerksamkeit auf diese Gegenstände geschärft war, bei genauerer Untersuchung, daſs auch in andern Theilen von Europa, namentlich in England und im Innern von Deutschland, in vielen Kalksteingebirgen mächtige Dolomitmassen vorkommen. Ueberall, wo man Porphyrmassen anstehend kannte (was namentlich in so vielen Gegenden unseres Vaterlandes der Fall ist), fand sich bei genauerer Betrachtung,

dafs dieselben in rothe und schwarze, oder in quarzführende und quarzfreie unterschieden werden müssen. Diese Verhältnisse in den Alpen dienten daher als Typus ähnlicher Zustände auf der ganzen Erdoberfläche, und diese konnten eben so wie jene beurtheilt werden. Da alle Gebirgsketten nur durch Erhebung entstanden seyn konnten, so lag der Schlufs sehr nahe: der schwarze Porphyr habe überall diese Erhebung in Ketten bewirkt, der schwarze Porphyr sey überall jünger als der rothe, und die an den Rändern von älteren Gebirgen so häufigen Dolomitmassen seyen eine Wirkung des schwarzen Porphyrs in der oben angedeuteten Weise. L. v. Buch wendete diese Ansicht auf zwei unserer bedeutenderen Gebirge, den Thüringer Wald und den Harz, an, um zu zeigen, dafs auch hier diese Verhältnisse eben so bestimmt nachweisbar seyen, wenn gleich in einem viel kleineren Maafsstabe als in den Alpen, dafs es nur darauf ankomme, sie unter Gesichtspunkten aufzufassen, welche von den früheren Ansichten freilich sehr entfernt, nichts desto weniger aber vollständig in der Natur der Dinge begründet sind.

Die Wichtigkeit und der Einflufs, welchen diese Ansichten auf so viele Vorstellungen gewannen, die ein unzertrennliches Eigenthum der Wissenschaft seitdem geworden sind, nöthigen uns, dieselben einer strengen und ruhigen Prüfung zu unterwerfen. Schon von vorn herein erscheint es wenig wahrscheinlich, dafs die zahlreichen Veränderungen, welche in den Niveau-Verhältnissen und bei der Zerreifsung der Erdoberfläche vorgingen, das Werk einer und derselben hervortretenden vulkanischen Gebirgs-Formation gewesen, oder in einem und demselben Zeitraume entstanden seyen; denn in allen Epochen der Erdrindenbildung sind vulkanische Formationen, und oft von gröfserer Verbreitung und Mächtigkeit als die schwarze Porphyrmasse, an die Oberfläche getreten, und es ist nicht anzunehmen, dafs eine allein unter ihnen

gerade

gerade so auffallende Veränderungen zu bewirken im Stande gewesen seyn sollte. Diefs ist es daher auch zunächst, was wir einer besondern Beachtung werth finden müssen und was bei der Anwendung der in den Alpen gemachten Entdeckungen unberücksichtigt geblieben ist. Es kommt hiebei darauf an, zu bestimmen, in welcher relativen Alters-Epoche die Veränderungen sich zugetragen haben, welche der schwarze Porphyr bewirkt hat. Zu dieser Bestimmung fehlte aber zur Zeit, als die ersten Abhandlungen über Dolomit und Melaphyr erschienen, die genauere Kenntnifs der Schichten, welche vorzugsweise von diesen Veränderungen ergriffen worden waren. Man war damals geneigt, die in den Alpen von dem Melaphyr zerrissenen und umgeänderten Kalksteine für mittelzeitige der Sekundärperiode anzusehen, ohne dafs jedoch ein grofses Gewicht auf diesen wichtigen Umstand gelegt worden wäre. Indefs später hat sich gezeigt, dafs dieser Kalkstein in der That von jüngerer Bildung sey, und der Periode der Kreide und ihrer älteren Nachbarn angehöre. Es ist daher die in den Alpen vorgegangene Erhebung eine verhältnifsmäfsig sehr neue Erscheinung, und es läfst sich nun die Zeitepoche derselben nicht mehr auf die oben erwähnten Erhebungen der Gebirge von Nord-Deutschland anwenden; denn die Porphyre, welche dort diesen Einflufs geübt haben, sind in einer verhältnifsmäfsig viel ältern Periode gebildet worden. Wir haben in Nord-Deutschland keinen Porphyr, dessen Entstehung in eine Zeit, jünger als das rothe Todte, hinaufreicht; die Gründe dieser Ansicht sind bereits weiter oben angegeben worden.

Es hat ferner in diesen Gegenden noch nicht durch unmittelbare Beobachtungen festgestellt werden können, dafs die rothen und die schwarzen Porphyre den Grad von Geschiedenheit zeigen, welcher im südlichen Tyrol so ausgezeichnet hervorgehoben wird. In den Umgebungen des **Harzes**, des **Thüringer Waldes**, an der

Nahe und in Nieder-Schlesien, bei Meifsen, ist bis jetzt keine Durchbrechung des rothen Porphyrs durch den Melaphyr als unzweifelhaft nachgewiesen worden, sey es nun, dafs in den minder frei liegenden und erhabenen Gebirgen bei mangelnden Entblöfsungen diese Erscheinungen sich dem Beobachter mehr entziehen, oder sey es, dafs hier beide Porphyrbildungen nur als Glieder einer und derselben grofsen und gleichzeitigen Formation auftreten, welche sich an verschiedenen Stellen verschiedenartig ausbildeten.

Auch in den Umgebungen des Luganer Sees haben die Verhältnisse beider Porphyre in dem Gebiete der Alpen zu Zweifeln Veranlassung dargeboten, und nicht alle Beobachter haben geglaubt die Ansicht theilen zu können, welche L. v. Buch über diesen klassischen Punkt aufgestellt hat. Es scheint vielmehr, auch nach meinen eigenen Beobachtungen, dafs hier umgekehrt der rothe Porphyr Gänge in dem schwarzen bildet, und beide in ihrer ersten Entstehung älter als der Kalkstein sind, der daher auch nicht durch ihre Einwirkung in den ausgezeichneten Dolomit des Monte Salvatore umgewandelt seyn könnte.

Ungleich mehr Schwierigkeiten sind gegen die Ansicht über die Bildungsweise des Dolomites im Allgemeinen erhoben worden, ganz entschieden haben sich die englischen Geognosten gesträubt, dieselbe anerkennen zu wollen; der Hauptgrund dieser Opposition hat wohl darin gelegen, dafs es in England eine regelmäfsig in bestimmten Lagerungsverhältnissen widerkehrende Formation von Flözschichten giebt, welche zum gröfseren Theile aus Dolomit (dolomitischen Kalksteinen), zum kleinern aus Kalkstein besteht und den Namen Magnesia-Limestone führt. Bei dieser Erscheinung findet die Anwendung der Vorstellung L. v. Buch's von der Entstehung des Dolomites manche Schwierigkeiten.

Es haben ferner auch die Chemiker (unter diesen vor Allen Berzelius), die Einwendung erhoben, dafs die Umwandlung des Kalksteins in Dolomit nicht auf die angegebene Weise geschehen seyn könne, weil die Talkerde, nach allen darüber angestellten Versuchen, durchaus nicht sublimationsfähig ist; wobei aber allerdings unberücksichtigt geblieben ist, dafs die Bedingungen dieser Erscheinung noch nicht in den Laboratorien haben nachgeahmt werden können, und dafs auch hier nach manchen Erfahrungen dasjenige nicht als unmöglich zurückzuweisen ist, was bisher darzustellen mifslang.

Man hat endlich auch in verschiedenen Theilen von Frankreich und Deutschland die Entdeckung gemacht, dafs mitten unter deutlich geschichteten, regelmäfsig gebildeten Kalksteinen (wie in dem Muschelkalke) ganze Schichtenmassen vorkommen, welche gröfstentheils aus Dolomit bestehen. Werden nun diese Kalksteingebilde durch die Nähe irgend einer vulkanischen Gebirgsart, durch die Durchdringung mit heifsen Dämpfen ergriffen, so werden die reinen Kalksteine in körnigen Marmor, die talkhaltigen in krystallinischen Dolomit umgewandelt; dafs diefs wirklich so sey, folgt deutlich aus der Untersuchung vieler Marmorgebirge, in welchen der körnige Marmor und der Dolomit sich fast immer zusammen und so mit einander verbunden zeigen, dafs man an ihrer gleichartigen Entstehung nicht zweifeln kann; ein treffliches Beispiel bieten die berühmten Marmorbrüche von Carrara dar.

Wenn aber auch diese Entdeckungen L. v. Buch's und die darauf gegründeten Ansichten den Grad von allgemeiner Anwendung noch nicht gefunden haben, welche ihr Urheber ihnen beizulegen bemüht ist, so haben sie doch unzweifelhaft der Wissenschaft grofsen Vortheil gebracht. Nicht nur sind neue Thatsachen aufgefunden, sondern es ist auch dadurch die Aufmerksamkeit auf eine

Menge von Verhältnissen geschärft worden, deren Beachtung neue Ansichten über den Bau einzelner Theile der Erdrinde zur Folge gehabt hat.

Unmittelbar mit der Anwendung dieser Ansichten verbindet sich eine grofse Vervollkommnung unserer Vorstellungen über die Verhältnisse der Erhebung der Gebirgsketten. Bei diesen Untersuchungen wurde nämlich erfolgreich die schon von Saussure gemachte Bemerkung wieder aufgenommen, dafs in dem Alpen-Gebirge nicht nur die Centralkette eine gewisse vorwaltende Haupt-Längenrichtung besitze, sondern dafs auch alle Sekundärketten derselben parallel laufen, und zwar so, dafs sie beständig ihre steileren widersinnigen Abhänge der Hauptkette, die gleichsinnigen sanfteren den Rändern der Gebirgsmasse zukehren. L. v. Buch überzeugte sich auf seinen zahlreichen Reisen in Mittel-Europa, dafs, wie auch der Anblick geognostischer Karten lehrt, bei allen einigermafsen deutlich hervorragenden Höhen stets dieselbe Erscheinung, wie in den gröfseren Gebirgen, mit auffallender Deutlichkeit wiederkehre.

Die Erklärung dieser merkwürdigen Thatsache, mit welcher noch keiner der vorangegangenen Geognosten sich zu befassen versucht hatte, lag nun nicht mehr fern; denn ein ganz ähnliches Verhältnifs war bereits in der linearen Verbreitung der Vulkane auf der Erdoberfläche gefunden. Wir sahen bereits, dafs diese Vulkanreihen nicht selten auch der Haupt-Längenerstreckung der Gebirge parallel laufen, und dafs sie auf Längenspalten hervortreten, welche bei ihren Eruptionen sich bildeten. L. v. Buch hatte aber nun deutlich und unwiderlegbar gezeigt, dafs die Gebirge durch Erhebung entstanden sind; ihre Centralketten sind gewöhnlich aus plutonischen, krystallinisch-körnigen Gesteinen gebildet, welche sich erst später in den frühern Schichtenverband der Gesteine eingedrängt haben; ihre Haupt-Längenrichtung also wird die Richtung der Spalte seyn müssen, aus welcher diese bei

der Erhebung des Gebirges hervorbrachen, und wenn wir dann zu beiden Seiten derselben die widersinnigen steilen Abhänge der Sekundärketten der Centralkette stets zugekehrt finden, so können wir wohl in denselben nichts Anderes erblicken, als die gewaltsam auseinander gedrängten, weit aufklaffenden Ränder der Spalte, aus welcher die Centralkette sich erhoben hat. Als ferner diese Spalte zuerst aufbrach und die Ränder derselben vor der darunter aus groſser Tiefe hervorquellenden geschmolzenen Gebirgsart weit auseinander geschoben wurden, da muſste der Seitendruck, welchen diese aufsteigenden und seitwärts wegrückenden Sekundärketten auf die mit ihnen in Verbindung stehenden Schichtenmassen ausübten, eine Menge der Hauptspalte parallele Sekundärspalten erzeugen. Die heftigen und mannigfaltigen Bewegungen des Bodens bei dem Erheben einer Gebirgskette, verbunden mit dem ungleichen Seitendruck der emportretenden Massen auf ihre Haupt-Spaltenwände, muſsten an den Rändern der Sekundärspalten unregelmäſsige und mehrfach veränderte Stellungen der Schichten erzeugen. Wo keine Sekundärspalten sich bildeten, weil die Schichten weich und nachgiebig waren, da muſsten sie in Gewölben, den Spalten parallel, oder in wulstförmigen Krümmungen hervortreten. Mit einem Worte, wo das Emportreiben einer oder mehrerer vulkanischer Gebirgsarten erfolgte, um scharf aufsteigende Bergketten zu bilden, da muſste in einem ausgedehnten Flächenraume zu beiden Seiten, der Hauptkette eine groſse Zahl von untergeordneten kleinen Parallelketten entsprechen, welche das Land bedecken und in ihren Schichtenprofilen theils Gewölbe, theils einseitige oder doppelt abfallende gebrochene Rükken bilden.

Diese Erscheinung ertheilt ganzen Länder-Massen ihre vorwaltende Physiognomie, welche besonders bei Abbildungen derselben in Karten hervortritt und daher vor Allem von den beschreibenden Geographen erkannt

werden mufs, um sich das Bild von der Grundgestaltung eines Landstriches stets gegenwärtig zu halten. So aber, wie es diese zuerst von L. v. Buch ausführlich aufgestellte Theorie von der Bildung der Unebenheiten unserer Erdoberfläche voraussetzt, so zeigt es sich überall in auffallender Weise bestätigt.

Die Alpen, welche zur Erfassung dieser Ansicht Veranlassung gaben, zeigen eine geschlossene Masse mit gleicher Längenrichtung schroff aufsteigend, und alle ihre Parallelketten sind von einer grofsen Hauptspalte, aus welcher die Centralkette emporstieg, abhängig. Diese Centralspalte hat indefs noch weit zur Seite gewirkt; denn dem grofsen Haupt-Gebirge in weiter Entfernung auffallend parallel, läuft durch das Schweizer Gebiet nordwärts der Jura, und in diesem Gebirge, das auf's Neue wie ein Damm aufsteigt und seinen vorwaltend steilen Abhang den Alpen zukehrt, erscheint eine grofse Zahl von untergeordneten Parallelketten, wellenförmig hinter einander folgend, in ihren Schichtenprofilen theils scharf gebogene Sättel, Mulden oder zerrissene Gewölbe bildend, zwischen welchen eine grofse Menge von Parallelthälern fortstreichen.

Auf gleiche Weise hatte bereits Palassou *) dasselbe Verhältnifs, jedoch ohne eine Erklärung zu versuchen, im Jahre 1781 in den Pyrenäen beobachtet; denn auch dieses Gebirge besteht aus einer zahllosen Menge von scharf gesonderten Parallelketten, welche sämmtlich in einer auf der Alpenkette rechtwinklichen Richtung von NW. nach SO. laufen.

Nirgend aber läfst sich diese merkwürdige Erscheinung vollkommener in ihrer ganzen Ausführlichkeit, wenn gleich bei einem geringeren Maafsstabe der Höhen-Verhältnisse, beobachten, als in dem uns zunächst angrenzenden Theile des norddeutschen Hügellandes,

*) *Essai sur la Minéralogie des Monts Pyrénées.* 4.

welches ich selbst einer genaueren und anhaltenden Untersuchung unterworfen habe. Man darf zunächst nur einen Blick auf die davon ausgeführte geognostische Karte werfen, um sogleich von dem Vorwalten dieser merkwürdigen Thatsache auf eine sehr überraschende Weise betroffen zu werden, und es scheint wohl auffallend, dafs dieselbe nicht schon früher die Aufmerksamkeit der Gebirgsforscher erregt hat.

Man sieht, dafs die ansehnlichste unter den älteren Gebirgsmassen, welche in diesem Gebiete hervortritt, eine vollkommen zusammenhängende Masse mit der deutlich vorwaltenden Längenrichtung von NW. nach SO. bildet, und es ist gewifs kein Zufall, dafs auch alle andern älteren Massen in diesem Gebiete, wie namentlich der Thüringer Wald, die ältere Gebirgsmasse im Magdeburgischen und in der Altmark, wie die einzelnen Hervorragungen des alten Gebirges in den Werra-Gegenden, genau derselben Parallel-Richtung folgen. Genau derselben Richtung aber ordnen sich nicht nur alle die kleinen Parallelketten unter, welche die nächsten Einfassungen dieser älteren Massen bilden, und deren steil aufgerichtete, überstürzte und zerrissene Beschaffenheit schon weiter oben angeführt worden ist, sondern es sind ihr auch alle die ansehnlichen Hügelreihen unterthan, welche zwischen diesen älteren Gebirgsmassen zerstreut liegen.

Verlassen wir den Harz an seiner Südseite, so sehen wir denselben in einer 3—4 Meilen weiten Entfernung, den nördlichen Rand von der weit ausgedehnten Hochfläche des Eichsfeldes und des mittleren Thüringen (von 1000—1200 Fufs mittlerer Erhebung) aufsteigen. Er streicht ganz genau mit der Hauptrichtung des Harzes parallel, und in dem weiten Längenthale zwischen beiden erhebt sich 1400 Fufs hoch die Hügelkette des Kyffhäusers und auch sie streicht genau von NW. nach SO.

Eben so ist es auch auf der Nordseite des Harzes, und wo hier zuletzt an dem Rande der aufgeschwemmten Ebene die Erhebungen der Hügelreihen zu unbedeutend werden, um ihre vorwaltende Längenrichtung noch deutlich hervortreten zu lassen, da braucht man nur die Verbreitung einer und derselben Gebirgsart durch Farben unterschieden auf die Karte zu tragen, und man sieht sogleich deutlich, dafs sie in der Linie des allgemeinen Parallel-Streichens Statt findet.

Dieses Gesetz des Streichens von NW. gegen SO. zeigt sich weiter nach Westen hin noch sehr auffallend in allen den unzähligen Hügelreihen Westphalens auf dem linken Weserufer, und es endet hier mit der steil aufgerichteten Kette des Teutoburger Waldes, welche sich in allen ihren untergeordneten Höhenzügen nach derselben Richtung auf eine höchst bestimmte Weise erstreckt. Es wird nordwärts in der aufgeschwemmten Ebene dieses Gesetz sogar noch sichtbar in dem Laufe der Hauptthäler der Elbe, der Weser, der Aller, welche alle eine vorwaltende Richtung von SO. gegen NW. besitzen; ja es zeigt sich selbst noch in Schweden, da im südlichen Schonen, in Bornholm, alle Hügelreihen, Granit, Gneis und Flözgebirge, die Richtung der norddeutschen haben. Nach Osten tritt dieselbe Richtung in den Höhenzügen auf beiden Seiten des Elbufers bei Dresden auf; sie zeigt sich höchst ausgezeichnet durch ganz Schlesien in der Hauptkette der Sudeten, in den Porphyr-Reihen des Steinkohlengebirges, in den Kalksteinketten von Ober-Schlesien und in allen Höhenzügen, welche dazwischen liegen, bis sie endlich an den Karpaten ganz aufhört, welche, wie schon weiter oben bemerkt wurde, ihre Streichungslinie von jener des nördlichen Zweiges der Alpen nach der Gabelung derselben in Steiermark herleiten.

So bildet denn diese Reihenfolge von Höhenzügen, welche von NW. nach SO. streichen, eine in sich wohl

abgeschlossene und ringsum scharf begrenzte Masse, deren eigenthümliche Verhältnisse nicht von Zufälligkeiten herrühren. Eine ähnliche Masse bilden die Alpen mit dem Jura, die West-Karpaten und was sonst noch von ihnen abhängt, und diese sind es, welche L. v. Buch zuerst unter der sehr passenden Benennung von geognostischen Systemen eines Landes unterschieden hat.

Bei der Anwendung auf die geognostische Eintheilung unseres Vaterlandes glaubte er vier scharf getrennte geognostische Systeme von einander scheiden zu müssen; zwei derselben haben wir bereits näher kennen gelernt: das nordöstliche und das Alpen-System; die beiden anderen sind: das Rhein-System, welches die Parallelketten des Schwarzwaldes, des Odenwaldes, des Spessarts, der Vogesen, der Hart, der Hügelreihen von Lothringen, Schwaben begreift, welche sehr nahe von Süd gegen Nord streichen; und endlich das niederländische System, welchem die grofse Masse des Schiefergebirges angehört, die der Rhein in der Erstreckung von Bingen bis nach Bonn hin durchschneidet, mit ihm die Kohlengebirgsmulden an der Nordseite in Frankreich, in Belgien, bei Aachen, in Westphalen an der Ruhr und auf der Südseite in der Pfalz an der Nahe und Saar. Dieses System wiederholt wieder sehr nahe die Richtung der Alpen von SW. nach NO., und es grenzt überaus scharf und schnell abschneidend in Hessen und Waldeck an das nordöstliche.

Ich glaube, um Deutschland ganz darzustellen, läfst sich noch ein fünftes System unterscheiden, welches sich scharf von den eben angegebenen absondert, aber gleichfalls die Streichungslinie des Alpen- und des Niederländischen Systems ungefähr besitzt. Seine Hauptmasse bildet der von SW. nach NO. fortlaufende Rücken des Erzgebirges, das mit ihm genau parallele böh-

mische Mittelgebirge und endlich in SW. das scharf nach dem Main-Thale abfallende Fichtelgebirge mit seinen Umgebungen.

Die Kenntnifs dieser merkwürdigen Systeme, in welche sich auch alle andern genauer gekannten Länder zerlegen lassen, ist begreiflich ein für die Beurtheilung der Veränderungen, welche unsere Erdrinde erlitten hat, höchst erfolgreicher Gegenstand, und die erste Hervorhebung derselben ist einer der wesentlichsten Fortschritte, welchen unsere Wissenschaft in den neuesten Zeiten gemacht hat *). Die erste erfolgreiche Erklärung dieser Thatsache gebührt L. v. Buch ganz allein; der Grad von Vollendung, welchen dadurch die Theorie von der Entstehung der Gebirge erreicht hat, wird seinen Namen in der Wissenschaft stets unvergefslich bleiben lassen. Denn wenn auch noch keinesweges alle dabei in Betracht kommende Erscheinungen klar gedeutet werden können, wenn gleich noch nicht die Ursache einzusehen ist, weshalb in einem gewissen Zeitraume oder in einem gewissen Theile unserer Erdoberfläche ihre Spalten gerade einer ganz bestimmten, von allen andern in der Umgebung abweichenden Längenrichtung folgen (auch wenn mehrere Hauptspalten statt einer einzigen erfolgten), so ist doch die Annahme des Erhebens der Gebirge auf solchen Spalten bereits so reichlich durch Thatsachen gesichert und der Versuch, das Parallelstreichen der Bergketten auf andere Weise zu erklären, führt zu so augenscheinlich der Natur widersprechenden Resultaten, dafs wir mit Gewifsheit voraussetzen können, die auf solche Weise von L. v. Buch gegebene Grundlage werde sich immer mehr befestigen und nie wieder verloren gehen.

So erblicken wir denn in dieser nur in ihren allgemeinsten Umrissen dargestellten Reihe von Verdiensten L. v. Buch's um die Fortbildung unserer Wissenschaft

*) Leonh. Taschenb. 1824. p. 501.

die Resultate einer auf die ehrenvollste Weise dem Dienste derselben gewidmeten rastlosen Thätigkeit, und wir dürfen mit Recht stolz darauf seyn, einen Mann, welcher mit so glänzendem Genie das Gebiet unseres Wissens zu erweitern gestrebt hat, speciell zu den unsern zu zählen. Noch gegenwärtig sehen wir denselben ununterbrochen mit der Erweiterung unserer Wissenschaft förderlichen Arbeiten beschäftigt; sein unermüdlicher Eifer hat nach jener Reihenfolge von merkwürdigen Untersuchungen im Gebiete der Alpen eine geognostische Karte von ganz Deutschland dargestellt, welche nächst der durch die Bemühungen der geologischen Societät von England herausgegebenen bei weitem das vollkommenste geognostische Bild ist, welches wir von irgend einem gleich grofsen bekannten Theile unserer Erdoberfläche besitzen. Diese Karte ist zuerst im Jahre 1824 bei Simon Schropp in 42 Blättern erschienen, und hat seitdem mehrere Auflagen, zahlreiche Verbesserungen erfahren, so dafs für einen grofsen Theil unseres Vaterlandes in dieser Beziehung kaum noch etwas zu wünschen übrig bleibt.

In der neueren Zeit hat L. v. Buch sich mit dem glücklichsten Erfolge ganz insbesondere mit dem Studium der Versteinerungen beschäftigt. Er hat zuerst die Familie der Ammoniten, welche vor ihm nur sehr wenig studirt war, einer genaueren kritischen Prüfung unterworfen, die wissenschaftliche Betrachtung der natürlichen Unterschiede derselben eröffnet und deren Beziehungen zu den Gebirgsformationen aufgeklärt, die überraschendsten Resultate für die Geognosie darauf begründet. Dann hat er sich eben so anhaltend mit der Erforschung der nicht minder schwierigen und für die Geschichte unserer Erdrinde so einflufsreichen Abtheilung der Brachiopoden beschäftigt, ein eigenes Werk darüber herausgegeben, welches reich an wichtigen Aufschlüssen über diese merkwürdigen und so mannigfaltigen Ueberreste der

Vorzeit ist. Wir hätten noch sehr Vieles hervorheben können, was unser mit Recht so hochberühmter Landsmann im Einzelnen geleistet hat; doch erlaubt es das hier gesteckte Maafs nicht, ausführlicher zu seyn in der Auseinandersetzung seiner auf das Allgemeine so einflufsreich wirkenden Untersuchungen.

Wir gehen nun zu der Erscheinung des andern unter unsern Zeitgenossen weit hervorragenden Naturforschers über, dessen Name nicht weniger ein Eigenthum der ganzen gebildeten Welt ist, zu Alexander von Humboldt.

A. v. Humboldt besuchte, wie schon erwähnt, gleichzeitig mit L. v. Buch die Berg-Akademie zu Freiberg, und wie dieser hat er die Ansichten Werner's nicht nur in aller Vollständigkeit aufgenommen, sondern dieselben auch durch seine in der Natur unternommenen Forschungen zu verbreiten und zu bestätigen getrachtet. Er widmete sich in den ersten Jahren nach der Vollendung seiner Studien dem Bergbau, und lebte von 1795 bis 1797 als Ober-Bergmeister in dem Fichtelgebirge. Unter seinen damaligen geognostischen Forschungen sind die Entdeckungen der magnetischen Eigenschaften einiger Gebirgsarten merkwürdig, und vorzugsweise war es die Untersuchung über den Magnetismus des Serpentin an dem Heidberge bei Zell, welche die Aufmerksamkeit der Naturforscher erregte. Er machte darauf, wie wir gesehen haben, seinen ersten Schritt in die Alpen in Gemeinschaft mit L. v. Buch, und besuchte später mit ihm und Gay-Lussac den Vesuv. Wir haben indefs hier weniger über speciell von ihm ausgegangene geognostische Beobachtungen zu berichten, da er sich vielmehr mit den gesammten Naturwissenschaften ganz im Allgemeinen beschäftigte, wie sich aus jedem in der physikalischen Geographie berührten Gegenstande ergiebt; keiner der wichtigern Untersuchungen ist er dort fremd geblieben. Keinem, wie ihm, ist es in so hohem Grade

gelungen, in allen Fächern dieses Wissens so gleichmäfsig als vollendeter Gelehrter aufzutreten und zur Erweiterung aller so viel Einflufsreiches beizutragen. In der Geognosie zog ihn daher auch sehr bald, nachdem er begonnen hatte, die Natur aus eigener Anschauung zu studiren, vorzugsweise die Lösung einiger wichtigen Probleme an, welche zur Beurtheilung der Verhältnisse unseres Erdkörpers während der früheren Epochen seiner Bildung von der gröfsten Wichtigkeit sind.

Vor Allem beschäftigte ihn die Umänderung der klimatischen Verhältnisse der Erde, welche in den Epochen, die der unsrigen vorhergingen, ganz entschieden Statt gefunden haben mufs. Schon oben habe ich darauf aufmerksam gemacht, dafs in den verschiedenen Schichten der Erdrinde die Reste mehrerer nach einander gefolgter und untergegangener Schöpfungen der Thier- und Pflanzenwelt sich finden, deren Formen unter den gegenwärtig noch lebenden am meisten mit den unter der Tropenzone vorkommenden übereinstimmen, und vermöge des ganzen Zustandes ihrer Organisation auch dort nur gedeihen könnten. Welche Verbreitung diese vorweltlichen Organismen über unsere gesammte Erdoberfläche besitzen, wissen wir zwar gegenwärtig noch nicht ganz genau, doch ist so viel gewifs, dafs sich viele derselben unter verhältnifsmäfsig sehr hohen Breiten, in der gemäfsigten Zone und in der Nähe der Polargegenden finden, wo sie nie würden haben gedeihen können, wenn nicht damals das Klima dieser Gegenden dem der heutigen Tropen-Zone höchst ähnlich gewesen wäre.

Man hat sich mehrfach bemüht, diese merkwürdige Thatsache auf eine mit der Natur übereinstimmende Weise zu erklären, und da bekanntlich die Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche von der Erhebung abhängig ist, welche die Sonne an jedem Orte derselben über den Horizont zu erreichen vermag, so nahm man schon seit den ältesten Zeiten zur Lösung dieses Problems an, es

habe früher in dieser Beziehung (in dem Stande der Erde gegen die Sonne) ein von dem heutigen ganz verschiedenes Verhältnifs Statt gefunden. Statt dafs gegenwärtig die Ebene der Ekliptik (der Umlaufsbahn der Erde um die Sonne) unter etwa $23\frac{1}{2}{}^{0}$ gegen die Ebene des Aequators geneigt ist, woraus folgt, dafs nur an Orten, welche bis zu $23\frac{1}{2}{}^{0}$ vom Aequator entfernt liegen, die Sonne zur Senkrechtstellung (und daher zu Bewirkung der gröfsten Wärme-Entwickelung) gelangen kann, nahm man an, die gegenseitige Neigung der beiden Ebenen sey vormals eine andere gewesen. Sie kann natürlich entweder stärker oder schwächer gewesen seyn, und macht zwei extreme Fälle möglich, welche allen übrigen dazwischenliegenden zur Erläuterung dienen. Entweder konnten die Ebenen der Ekliptik und des Aequators einst winkelrecht auf einander stehen oder mit einander zusammenfallen. Im erstern Falle würde allerdings die Sonne successiv und zwar zweimal im Jahre, über jeden Punkt der Erdoberfläche, und also auch über die Pole selbst, senkrecht zu stehen kommen, und so nun an jedem dieser Orte einen tropischen Sommer erzeugen; allein sie würde auch an allen Orten der Erdoberfläche, ausgenommen nur den Aequator, eine gewisse Zeit des Jahres hindurch gar nicht aufgehen. Es würden also alle diese Orte gleichzeitig einen mehr oder minder anhaltenden ächten Polarwinter bekommen, und selbst unter dem Aequator würde die Sonne zweimal im Jahre mehrere Tage hindurch am Horizont auf einem Fleck stehen bleiben; es würde mithin diese Vertheilung der Jahreszeiten keineswegs der Natur unseres heutigen Tropenklima's entsprechen. Fiele aber die Ebene der Ekliptik mit der des Aequators zusammen (wie sich diefs namentlich die Alten schon als wahrscheinlich und als den muthmafslich früher dagewesenen Zustand eines ewigen Frühlings bedingend dachten), so würden wir die Sonne natürlich von allen Punkten

der Erdoberfläche aus das ganze Jahr hindurch auf dem Aequator erblicken; es würden dadurch Tage und Nächte in allen Theilen der Erde (mit Ausnahme der Pole, wo immer Dämmerung seyn würde) gleich lang werden und der Unterschied aller Jahreszeiten würde verschwinden. Dafür würde denn aber die Sonne bei uns z. B. sich nie mehr als um $37\frac{1}{2}°$ über den Horizont erheben, während sie gegenwärtig im Sommer zu 61° ansteigt; wir würden das ganze Jahr hindurch die niedrige Temperatur unserer Aequinoktialzeiten besitzen, die mehr nördlich gelegenen Gegenden an ewiger Schaurigkeit leiden, und selbst unter der Tropenzone die Produkte derselben in einem verhältnifsmäfsig sehr viel geringeren Abstande vom Aequator gedeihen, als gegenwärtig.

Es ist daher klar, dafs aus einer veränderten Stellung der Sonne gegen die Erde sich die klimatischen Verhältnisse früherer Perioden nicht erklären lassen. Die Voraussetzung derselben erscheint um so gewagter, als auch astronomische Gründe gegen deren Wahrscheinlichkeit sprechen; denn wenn gleich eine gewisse Aenderung in der Schiefe der Ekliptik wirklich Statt findet, so hat doch La Place schon erwiesen, dafs dieselbe sich innerhalb bestimmter und periodisch wiederkehrender Grenzen hält, welche er, in Uebereinstimmung mit De Lambre, auf etwa 1° 29′ annehmen zu können glaubte. Eben so unzulässig ist die zur Lösung dieses Problems vorgetragene Vorstellung Anderer, dafs durch einen plötzlichen Stofs sich die Rotations-Axe des Erdkörpers verändert habe; denn dafs solche Veränderungen wenigstens seit der Zeit, in welcher sich unsere Erdkugel verfestete, nicht von Bedeutung können gewesen seyn, beweist die an den Polen abgeplattete Gestalt.

A. v. Humboldt glaubte deshalb, man müsse bei der Lösung dieses Problems von einer ganz anderen Vorstellung ausgehen, und er entwickelte dieselbe in einer

wichtigen Abhandlung: Ueber die Entbindung des Wärmestoffs als geognostisches Phänomen betrachtet *). Er machte darauf aufmerksam, dafs der ursprüngliche Niederschlag mächtiger Gebirgsmassen eine grofse Menge frei werdender Wärme voraussetze; denn ein Körper kann aus dem Zustande der Lösung in den der Starrheit nicht übergehen, ohne dafs er dabei eine gewisse Quantität der Wärme verliert, welche zur Erhaltung desselben in dem früheren Zustande nöthig war. Diese frei werdende Wärme mufste sich natürlich den zunächst angrenzenden Schichten der Atmosphäre mittheilen. Er geht hier bei seinen Entwicklungen von dem Grundsatze aus, dafs alle Theile der Erde sich in einem gemeinsamen chaotischen Menstruum aufgelöst befunden haben müssen, gleichviel ob in tropfbarem oder elastisch flüssigem (gasförmigem) Zustande. Der erste Niederschlag, welcher als gegeben (aus unbekannten Ursachen entstanden) betrachtet wird, hatte bei der Verfestung grofser Massen eine bedeutende Wärme-Entwicklung zur Folge; diese Wärme bewirkte Verdunstung und mithin also Verminderung des Volumens der darüber stehenden Flüssigkeit. Wiederholte Niederschläge waren davon die Folge; mit jedem derselben erhöhte sich auch zugleich die Temperatur, und dadurch wurde immer von Neuem die Menge der Niederschläge vermehrt; sie würden in der That wohl mit stets wachsender Schnelligkeit fortgedauert haben, wenn nicht durch die lebhafte Verdunstung die Atmosphäre mit Dämpfen der verschiedensten Art erfüllt worden wäre. Dadurch übte sie einen ungleich gröfseren Druck auf die eingehüllte Lösung, als zuvor aus, und verhinderte deren schnelle Verdampfung, die Lösung mufste eine stärkere Hitze annehmen, bevor es zu neuen Niederschlägen kommen konnte, und die Ausscheidung ihrer Bestandtheile geschah langsamer. Durch diese Annahme wurde zugleich auf

*) v. Moll's Jahrb. d. Berg- u. Hüttenkunde. III. S. 1—15. 1799.

auf eine sehr sinnreiche Weise der vorzugsweise krystallinische Zustand der älteren Gebirgsarten, welche sich bei niedrigerer Temperatur ausbildeten, und das mehr erdige, unrein krystallinische Ansehn aller neueren Bildungen zu erklären versucht, welche bei gröſserer Hitze schneller ausgeschieden wurden. Die bei diesen Vorgängen entstehende Wärme der Atmosphäre muſste auf allen Punkten der Erdoberfläche für einige Zeit ein dem Tropenklima ähnliches Verhältniſs hervorrufen, welches verloren ging, sobald die entwickelte Wärme sich durch Strahlung und Vertheilung in dem Weltenraume verlor, und später nur für den Theil der Oberfläche zurückblieb, in welchem die Stellung der Sonne fortwährend eine beträchtliche Wärme-Entwicklung möglich machte.

Diese geistreiche Ansicht hat den groſsen Vorzug, daſs man bei ihr nicht, wie bei den übrigen, gewaltsame Mittel zur Erklärung der Phänomene herbei zu führen braucht. Sie stimmt ferner sehr wohl mit den in der Natur bekannten Gesetzen der Erscheinungen überein, welche flüssige Körper zeigen, wenn sie in den festen Zustand übergehen, und dieſs gereicht ihr zur groſsen Empfehlung. Indeſs kann man sich doch sehr leicht bei einer übersichtlichen Prüfung der Verhältnisse in der Natur überzeugen, daſs sie in der hier vorgetragenen Weise zur Erklärung des aufgestellten Problemes nicht ausreicht. Es ist gewiſs, daſs der gröſste Theil der Niederschläge, welcher in den verschiedenen Perioden der Erdrindenbildung aus dem allgemeinen Gewässer erfolgte, und die geschichteten Gebirgsarten lieferte, mehr von mechanischer als von chemischer Art war. Die unermeſslich ausgedehnten Sandstein- und Konglomeratbildungen sind aus Theilen gebildet, welche im Wasser vormals schwebend (suspendirt), nicht aufgelöst vorhanden waren. Die zu ihnen gehörigen Thonmassen, der Thonschiefer, der Schieferthon des Steinkohlengebirges, die schiefrigen Thone der neueren Sandsteine, sind groſsentheils durchaus sicht-

lich aus der Zerstörung der früher vorhanden gewesenen feldspathreichen ältern Gebirgsarten hervorgegangen, welche sich zum Theil noch unter unsern Augen durch Zersetzung in ähnliche Thonmassen verwandeln. Sehr zerstreut nur und vereinzelt zeigen sich in ihnen die Spuren chemischer Wirkung in der kiesligen Beschaffenheit des Bindemittels oder in krystallinisch-körnigen Quarz-Niederschlägen. Wahrscheinlicher ist die ursprünglich chemische Bildung eines grofsen Theils der Massen von Kalkstein, indem derselbe sich auch noch gegenwärtig auf ähnliche Weise aus Lösungen in kohlensauren Gewässern absetzt; indefs sehr viele derselben, wie die so häufig mit Thon verunreinigten Kalksteine, gleichen so ganz den auf mechanischem Wege niedergeschlagenen Schichten, dafs man wohl nicht umhin kann, dieselben als auf ähnliche Weise gebildet zu betrachten. Es reduciren sich also die auf chemischem Wege erfolgten Niederschläge nur auf einen verhältnifsmäfsig sehr kleinen Theil unserer Erdrinde, und diese können auch nur wenig zur Erhöhung der Temperatur in der Vorwelt beigetragen haben; denn es ergiebt eine nähere Untersuchung, dafs diese wie alle andern, wenigstens alle feineren, mechanischen Niederschläge sich sehr allmälig und in sehr langen Zeiträumen gebildet haben müssen. Das Vorkommen der Thier- und Pflanzenreste in den Schichten der Erdrinde giebt darüber ein unwiderlegbares Zeugnifs; so finden wir in den Kalkgebirgen die Muscheln und Zoophyten gewöhnlich in ganzen Bänken beisammen, in allen Alterszuständen neben einander, Muschelbrut in den Höhlungen der Korallenriffe, Pholaden in den von ihnen eingebohrten Räumen, und diese alle in regelmäfsigen Schichten begraben. Es mufs daher unstreitig sehr viel Zeit verflossen seyn, während diese Schichten sich absetzten und die in ungestörter Entwicklung lange Zeit hindurch begriffenen Thierkörper mehrerer auf einander folgender Generationen einhüllten. Eben so enthalten Steinkohlen-

gebirge in gewissen Schichten die Produkte einer ihnen gleichzeitigen Vegetation in ausgewachsenem Zustande in der gröfsten Häufigkeit; kolossale, zum Theil noch aufrecht stehende Bäume mufsten daher Zeit gehabt haben, ihren Wachsthum zu vollenden, bevor sich allmälig auf dem Boden die Thon-Niederschläge absetzten, in welchen wir einzelne Theile derselben, wie die unteren Stammenden, jetzt eingehüllt finden. Es kann daher, auch wenn wir der chemischen Bildungsweise der Gebirgsschichten die gröfste Ausdehnung verstatten, der Einflufs der bei Niederschlägen entwickelten Wärme keinesweges von Bedeutung gewesen seyn.

Doch kommt hier noch eine andere Rücksicht in Betracht. Als nämlich A. v. Humboldt die eben ausgeführte Ansicht entwickelte, nahm er noch nach Werner's Grundsätzen an, dafs auch alle die älteren krystallinischen Gesteine, wie der Granit, sich durch Niederschläge aus dem Gewässer erzeugt hätten; wir wissen aber gegenwärtig, dafs dieselben keinesweges unter den Einflüssen der Wasserwirkung können entstanden seyn, und sie scheiden also aus der Reihenfolge der in dieser Beziehung in Betracht kommenden Gegenstände aus. Da aber diese Gebirgsarten auf vulkanischem Wege entstanden sind, so eröffnet sich uns mit dem Verluste derselben für die Theorie von den Niederschlägen in ihnen eine andere und kräftigere Wärmequelle durch das Ausbrechen so grofser Massen von glühenden Gebirgsarten und durch die Entwicklung der sie begleitenden heifsen Dämpfe. Diese Erscheinungen haben in verschiedenen Perioden der Erdrindenbildung mit einem Male den Raum vieler Tausende von Quadratmeilen an der Erdoberfläche eingenommen, und es ist daher eine in neueren Zeiten wahrscheinliche Ansicht geworden, dafs die gleichförmig erhöhte Temperatur in den Perioden der Vorwelt der damals ungleich wirksamern Thätigkeit der vulkanischen Kräfte zuzuschreiben sey; ja A. v. Humboldt selbst ist einer der Ersten

gewesen, welche diese Ansicht öffentlich ausgesprochen und wahrscheinlich gemacht haben. Er hat sich darüber ungemein schön in einer im Jahre 1823 erschienenen Abhandlung über den Bau und die Wirkungsart der Vulkane ausgedrückt.

Diese letztere Ansicht über die Ursachen einer in früheren Epochen der Erdrindenbildung Statt gefundenen höheren Temperatur der alten Erdoberfläche nähert sich der oben erwähnten merkwürdigen Hypothese von Buffon, und es ist nicht zu leugnen, daſs sie viel genügender die hier in Frage stehenden Verhältnisse zu erklären scheint. Nichts desto weniger zeigt sich in diesen Verhältnissen noch eine Thatsache, deren Erklärung bisher noch allen Versuchen, sie herbei zu führen, beharrlich widerstanden hat. Nachdem nämlich die Wärme und der Karakter des Tropen-Klima's in allen früheren Perioden der Erdrindenbildung für einen groſsen Theil der Erdoberfläche durch ungemessene Zeiträume bestanden hat, muſs demselben in bestimmten Gegenden auf einmal durch irgend ein plötzlich eingetretenes Ereigniſs ein Ende gemacht worden seyn. Schon oben haben wir darauf aufmerksam gemacht, daſs die in Sibirien und in einigen Gegenden von Nord-Amerika einst lebenden Elephanten, Büffel, Rhinoceronten, insbesondere an den Ufern des Wilui und der Lena, mit noch ganz erhaltenen weichen Theilen vom Eise sind umhüllt worden, in welchem sie sich noch gegenwärtig vorfinden. Sie müssen daher einst, als sie hier noch in voller Kraft und Behaglichkeit lebten, von dem unglaublich schnellen Eintritt eines kalten, dem gegenwärtigen nahe stehenden, Klima's übereilt worden seyn, in welchem sie nicht länger bestehen konnten. Eben so deuten darauf auch die Muschel- und Korallenbänke, die Pflanzenformen u. s. w., welche in den jüngsten Schichten des Tertiär-Gebirges vorkommen; denn auch ihre Formen gehören der Tropenwelt an, und sie sind eben so frisch und in ihren

feinsten Theilen erhalten, als ob sie durch die letzte Revolution, welche unsern Erdkörper betroffen, plötzlich und im Augenblicke der gröfsten Fülle ihres Gedeihens bei Veränderung des Klima's befallen worden seyen, wo sie nicht weiter fortzuleben im Stande waren.

Diese Plötzlichkeit der Veränderungen aber liegt nicht in den von A. v. Humboldt gemachten Voraussetzungen über die Ursachen dieser Verhältnisse. Fänden diese ihre Anwendung, so müfste durch allmäliges Verschwinden der der Atmosphäre mitgetheilten Wärmemenge ein successives Abnehmen der früher bestandenen höheren Temperatur Statt gefunden haben, die Erzeugnisse des Tropenklima's müfsten allmälig verkümmert und geschwächt und durch solche Produkte ersetzt worden seyn, welche der gegenwärtigen Vertheilung der Klimate entsprechen würden. Der gröfste Theil jener ersteren würde daher abgestorben und wenigstens in Beziehung auf alle zarteren Formen längst zerstört worden seyn, bevor sie von den aufgelagerten Schichten bedeckt wurden. Von einem solchen allmäligen Verkümmern, von einer solchen Vermengung der Erzeugnisse des Tropenklima's mit denen der gegenwärtigen Vertheilung der Wärme an der Erdoberfläche aber findet sich in den Schichten der Erdrinde keine Spur. Beide Bildungen, die der neuesten und die der unmittelbar vorhergegangenen Vorzeit, stehen einander scharf getrennt gegenüber, und es hat deshalb auch einer der gröfsten Naturforscher unserer Zeit, welcher sich den Betrachtungen dieses Gegenstandes widmete, Cuvier *), ein ganz besonderes Gewicht auf dieses plötzliche Eintreten der letzten unter den Revolutionen gelegt, welche unsere Erdoberfläche betroffen haben. Wir sehen hieraus zugleich, dafs alle

*) *Discours préliminaire* zu den *Recherches sur les oss. fossiles, T. I.* 1822, der deutschen Uebersetzung. Cuvier's Ansichten von der Urwelt, von Noeggerath. Th. I. 1823.

Versuche, diese merkwürdige Thatsache erklären zu wollen, bisher ungenügend ausfielen, und es bleibt diefs ein der Zukunft aufbehaltenes, für die Kenntnifs der Bildungsvorgänge in unserer Erdrinde ungemein wichtiges und bedeutungsvolles Problem.

In der von Alex. von Humboldt vorgetragenen Ansicht liegt übrigens noch die erste Erwähnung eines sehr folgereichen, hier noch besonders hervorzuhebenden Verhältnisses. Es ist nämlich der dabei vorausgesetzte Zustand einer gröfseren Dichtigkeit (des vermehrten Druckes), welche der Atmosphäre in früheren Perioden der Erdbildung zugeschrieben wird. Es ist allerdings wohl nicht unwahrscheinlich, dafs auch die Atmosphäre gleich dem Wasser in früheren Zeiten mit einer Menge fremder Stoffe beladen gewesen seyn möge, welche durch die Wirkungen der Vulkane, der Dämpfe bei gröfserer Hitze in sie aufstiegen und sich später aus ihr abschieden, wie diefs ja heute zum Theil noch in lokaler Beschränkung bei vulkanischen Ausbrüchen Statt findet. Die dadurch bewirkte gröfsere Hitze in der Auflösung und die gröfsere Spannung der Theilchen durch Vermehrung des Druckes mufste nothwendig auch die auflösende Kraft des allgemeinen Gewässers vermehren, und es mag sich dadurch naturgemäfs erklären lassen, wie das Wasser in früheren Bildungszuständen der Erde eine grofse Menge von Stoffen aufgelöst enthalten konnte, welche sich heut zu Tage zwar auch noch, doch aber in sehr geringer Menge, in ihm auflösen. Dieses Verhältnifs ist ganz insbesondere zur Erklärung vieler Detailfälle zu benutzen, welche wir hier übergehen müssen, es trifft aber im Grofsen nicht nur die vormals in so beträchtlicher Quantität im Wasser aufgelöste Kalkerde, sondern vielleicht mehr noch die Kieselerde, welche doch an einzelnen Punkten in bedeutender Menge aus einer chemischen Lösung im Wasser ist niedergeschlagen worden. In Beziehung hierauf sehen wir noch jetzt an den Quellen des Geiser

in Island ein merkwürdiges Beispiel, wie bei vermehrtem Druck und bei einer erhöhten Temperatur das Wasser eine viel gröfsere Menge von Kieselerde in sich aufzunehmen im Stande, als unter gewöhnlichen Umständen der Fall ist. Wir wissen endlich, dafs nicht nur bei grofsem Druck gasförmige Körper sich in tropfbar-flüssige umwandeln, sondern dafs auch das Wasser von gasförmigen Körpern grofse Quantitäten aufnehmen kann. Gleichzeitig finden wir aber hierin ein Mittel zur Erklärung der veränderten chemischen Einwirkung vieler Körper auf einander, der Möglichkeit von Verbindung derselben in früheren Zuständen der Erde, welche unter gegenwärtig anderen allgemeinen Bedingungen nicht dargestellt werden können, aber dennoch keineswegs den Naturgesetzen entgegen sind. Es haben daher auch mehrere der ausgezeichnetsten Naturforscher diese Ansicht von dem in früheren Perioden Statt gefundenen sehr vermehrten atmosphärischen Drucke bei Erhöhung der Temperatur jetzt wieder aufgenommen, und besonders hat Mitscherlich derselben eine gröfsere Aufmerksamkeit zugewendet.

Es ist unstreitig diese zuerst von A. v. Humboldt vorgetragene Ansicht eine der erfolgreichsten, welche in neuerer Zeit aufgestellt wurden; ihr reiheten sich viele andern an, welche in jener Zeit der Entwicklung die Aufmerksamkeit des grofsen Naturforschers beschäftigten. Auch er war in jener Zeit schon, gleich L. v. Buch, in hohem Grade aufmerksam auf das Parallelstreichen der Gebirgsketten und der zu ihnen gehörigen Gesteinsschichten geworden; er hatte diese Bemerkung schon im Fichtelgebirge gemacht, welches dem Systeme des Erzgebirges angehört; er fand sie darauf in den Alpen bestätigt, der Zufall wollte, dafs er dort gerade wieder eine Gebirgsmasse untersuchte, deren Streichungslinien dieselbe Richtung wie die des Erzgebirges besafsen; er hatte ferner zu jener Zeit eine Reise in die Rhein-

gegenden gemacht und sich dort auch mit dem Studium der Basalte beschäftigt, deren neptunischen Ursprung er damals mit vielem Scharfsinne vertheidigte. Er hatte indefs auch die Schichten des so weit verbreiteten Schiefergebirges aufs Neue in der Richtung der Alpen streichen sehen, und so gelangte er daher zu der Ansicht, dafs die Streichungslinie aller älteren Gebirgsschichten der ganzen Erdoberfläche sich gesetzmäfsig in der Richtung von SW. nach NO. halte. Er drückte diese Vorstellung in den Worten aus, dafs die Schichten der Gebirge einen gewissen konstanten Winkel (von etwa 52°) mit den Meridianen bildeten *), und er glaubte, dafs diefs eine in allgemein kosmologischen Verhältnissen der Erde begründete Erscheinung sey. Er war nun aufs Aeufserste gespannt zu wissen, ob die Erfahrung diese Thatsache, welche auf dem Kontinent von Europa hinlänglich bestätigt schien, auch noch in der neuen Welt, auf dem Kontinent von Amerika, wieder bestätigen würde. Es war diefs, wie er selbst ausdrücklich angiebt, einer der Beweggründe, welche ihn zu der im Jahre 1799 unternommenen Reise nach Amerika veranlafsten. Auch hier gelangte er gerade zuerst zu den Küstengegenden von Caracas und Venezuela, in welchen, ganz entgegengesetzter Voraussetzungen ohnerachtet, in der Vertheilung der Bergketten und der sie zusammensetzenden Schichten sich die Streichungslinie der Alpen vorherrschend zeigte. Er erstaunte darüber in hohem Grade, und seine ersten nach Europa gesendeten Briefe sind daher voll Enthusiasmus über diese unerwartete Entdeckung, durch welche sich ihm ein allgemeines Naturgesetz der Erdrindenbildung auffallend zu bestätigen schien. Dieser Gegenstand sollte nach seiner Rückkehr einer ausführlichen Prüfung und Untersuchung unterworfen werden, um die Ursachen desselben zu ergründen. Allein diese An-

*) *Essai sur le gisement des roches. p.* 58.

sichten änderten sich sehr bald, als er, tiefer eindringend, in das Gebiet der Kordillerenkette trat, in welchem er die Streichungslinie von Nord gegen Süd oder NW. gegen SO. wenigstens in eben so ausgezeichneter Schärfe und Grofsartigkeit auffand, in welcher ihm früher die Alpen-Richtung bekannt geworden war.

A. v. Humboldt's naturwissenschaftliche Wanderungen in Amerika dauerten ununterbrochen vom Jahre 1799 bis einschliefslich zum Jahre 1804. Es kann hier unser Zweck nicht seyn, nur einigermafsen im Detail nachweisen zu wollen, wie viel diese Reisen, so wie allen Zweigen der Naturwissenschaft im Allgemeinen, so auch dem unsrigen, speziell Nutzen gebracht haben. Die Resultate waren nicht nur dadurch bedeutend, dafs wir aus ihnen das Vorkommen einer Menge von Gebirgsarten in Amerika kennen lernten, welche sich mit den in Europa genauer studirten vollkommen vergleichen liefsen, und dafs dadurch ganz entschieden sich im Allgemeinen dasselbe Gesetz für die Lagerungsfolge der Schichten in Amerika zeigte, welches man in Europa bereits kennen gelernt hatte, sondern wir verdanken auch den Bemühungen dieses in seiner Art einzig da stehenden Mannes die Erlangung einer sehr vollständigen Ansicht von dem Bau und der Vertheilung der Bergketten, der Höhen und Tiefen in Amerika. Es ergiebt sich, wie der Lauf und die Zusammensetzung der Kordilleren, als der grofsartigsten Gebirgserscheinung der Erde, so vollkommen die Beschaffenheit einer aus einer Spalte emporgestiegenen und mannigfach zerrissenen und verschobenen Mauer besitzt, dafs wir an der Anwendbarkeit der schon früher über die Entstehung der Bergketten vorgetragenen Ansicht auch für Amerika nun nicht zweifeln dürfen.

Ein anderes überaus grofses Verdienst dieser Forschungen besteht in der so reichhaltigen Erweiterung unserer Ansichten über die Erscheinungen der Vulkane und der mit ihnen in Beziehung stehenden Erdbeben.

Der unermüdete Reisende fand sich in dieser Beziehung in Amerika auf einem für die Beobachtung solcher Gegenstände überaus günstigen Schauplatze, und seine seltene Kombinationsgabe liefs ihn Erscheinungen mit einander in nothwendige und folgenreiche Verbindung setzen, welche zuvor nur als isolirt stehend bekannt waren. So verdanken wir ihm denn namentlich die ersten Zusammenstellungen über die grofsartigsten vulkanischen Erscheinungen, welche auf der Erdoberfläche bekannt sind, und welche einigermafsen mit den analogen Verhältnissen in Vergleichung gestellt werden können, welche in frühern Perioden der Ausbildung unserer Erdrinde müssen Statt gefunden haben. A. v. Humboldt lehrte uns zuerst, dafs die Herde vulkanischer Wirksamkeit, welche sich so zahlreich und so grofsartig in dem Gebiete der Kordillerenkette vereint finden, als mit einander auf hunderte von geographischen Meilen weit in Verbindung stehend betrachtet werden müssen; er zeigte uns, wie in dieser Beziehung eine Art von beständiger Fortpflanzung der vulkanischen Erscheinungen einmal in der Richtung von Süd nach Nord, und dann wieder in entgegengesetzter Richtung Statt findet. Er zeigte den Zusammenhang, in welchem die Küstenländer des mexikanischen Meerbusens, die antillischen Inseln, in Beziehung auf die Reihenfolge von Erdbeben und Ausbrüchen stehen, und wie namentlich die Wirkungen unterirdischer Erschütterungen auf einem Raume von mehreren tausend Quadratmeilen gleichzeitig empfunden werden.

Wir verdanken ihm die an Ort und Stelle vorgenommene Untersuchung und Darstellung einer der grofsartigsten vulkanischen Katastrophen, welche sich seit historischen Zeiten ereignet haben, des Ausbruches, welcher im September des Jahres 1759 in wenigen Tagen auf der Hochfläche von Mexiko die Erzeugung des 1578 F. hohen Jorullo zur Folge hatte, welcher aufser ihm noch fünf ähnliche Berge entstehen liefs und nahe an vier Quadrat-

meilen Landes bis zu fast 500 F. hoch mit Lava, Sand und Schlacken bedeckte *). Dieser Untersuchung reihet sich noch würdig als eins der merkwürdigsten Resultate dieser Reise die Entdeckung der Thatsache an, dafs der Kontinent von Amerika zwischen dem 18ten und 19ten (18° 59′ und 19° 12′) Breitegrade durch eine 150 Meilen lange Spalte von Ost gegen West quer von den Küsten des atlantischen bis zu denen des stillen Meeres durchbrochen wird, und auf welcher sich hinter einander die Vulkane von Tuxtla, Orizaba, Puebla, Nevado di Toluca, Tancitaro und Colima, zum Theil bis über 16000 Fufs Höhe erheben. Diese Spalte setzt wahrscheinlich noch weit hinein in die Südsee fort, denn sie trifft westwärts verlängert in mehr als 50 Meilen Entfernung die ganz vulkanischen Revillagigedos-Inseln, und es ist wohl nicht ganz zufällig, dafs in ihrer Richtung mitten im Südmeere noch der Archipelagus der Sandwichs-Inseln mit dem an 15000 Fufs hohen Mowna Roa gefunden wird.

Diese merkwürdigen Thatsachen, durch welche unsere geognostischen Kenntnisse eine so wesentliche Bereicherung erfahren haben, befinden sich, in Verbindung mit einer Menge wichtiger Detailbeobachtungen, vorgetragen in den

Reisen in die Aequinoktial-Gegenden des neuen Kontinentes. 4 Bände.

Essai politique sur la nouvelle Espagne. 4 Bände. 2te Ausg. 1825.

Die Karakteristik der Gebirgsarten von Amerika und ihre Vergleichung mit den europäischen aber enthält das allgemeinere Werk:

Essai géognostique sur le Gisement des roches dans les deux Hémisphères. 1823, ins Deutsche von C. v. Leonhard übertragen,

*) *Vue des Cordill. II.* 216. *Essai polit. Tom. I. p.* 248.

in welchem eine sehr vollendete und mit literarischen Nachweisungen ausgestattete Uebersicht der bekannten Gebirgsarten sich findet. Unmittelbar an dieses Werk schliefst sich eine an lichtvollen Ansichten reiche Abhandlung: über den Bau und die Wirkungen der Vulkane, als Vorlesung in der Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 24. Januar 1823 gehalten.

Auch in neuerer Zeit hat A. v. Humboldt nicht aufgehört, sich den Gegenständen unserer Wissenschaft mit spezieller Vorliebe zu widmen. Seine im Jahre 1829 unternommene Reise nach dem asiatischen Rufsland, welche sich bis zur Grenze von China ausdehnte, hat für die Erweiterung unserer geognostischen Kenntnisse wichtige Folgen gehabt. Es war ein Zweck dieser Reise, die Beschaffenheit der metallischen Lagerstätten am Ural näher kennen zu lernen und insbesondere die Verhältnisse der Gold und Platin führenden Alluvionen, welche an beiden Seiten desselben in einer beträchtlichen Erstreckung in den neuesten Zeiten aufgefunden worden sind, mit den analogen Erscheinungen von Amerika zu vergleichen.

Es fand sich auch in dieser Beziehung eine ganz merkwürdige Art der Uebereinstimmung. Hier wie dort nämlich, am Ural so wie an der Westkette der Kordilleren von Süd-Amerika, fand das Gold und das Platin sich in ganz ähnlicher Weise gesondert auf von einander verschiedenen Lagerstätten. Die goldführenden Alluvionen zeigten sich nämlich sämmtlich und mit äufserst unbedeutenden Ausnahmen in einem Landstriche längs der Ostseite des Ural; sie nehmen dort etwa bis 14 Meilen nördlich von Boguslawsk und südlich ungefähr bis Miask zwischen 54° und 60° nördlicher Breite einen Landstrich von etwa 80 geogr. Meilen Längenerstreckung ein, und das Gold ist hier augenscheinlich aus der Zerstörung von Schwefelkiesen in feldspath- und quarzreichen Gesteinen hervorgegangen, wie es sich gegenwärtig

noch anstehend in den Granitgängen der Bergwerke von Beresovsk bei Katharinenburg findet. Das Alter dieser Zerstörung aber liefs sich sehr wohl als in der letzten Zeit unserer vorweltlichen Periode Statt gefunden bestimmen; denn es fanden sich in dem goldführenden Sande die Zähne und Knochen der in der letzten Revolution untergegangenen Elephanten-Arten. Das Vorkommen des Platin dagegen zeigte sich gerade wie in der Kordillerenkette von Choco beschränkt auf die Westseite der Gebirgskette. Man hatte von diesem Metall hier Stücke von bisher ganz unerhörter Gröfse gefunden, denn ein solches von 3 Pfund $6\frac{1}{2}$ Loth an Gewicht brachte A. v. Humboldt zurück, später aber ward ein ungleich gröfseres von $10\frac{2}{3}$ russ. oder 9,3 preufs. Pfund gefunden, welches zu St. Petersburg aufbewahrt wird. Der Hauptfundort ist eine sumpfige Hochebene (Martian genannt) in etwa 1800 Fufs Meereshöhe in der Nähe von Nischne-Tagilsk.

Lange Zeit aber blieb das ursprüngliche Vorkommen des Platin in fest anstehenden Gebirgsarten noch unbekannt; die früher durch v. Engelhardt gegebene Notiz, dafs es in einem Grünstein gefunden werde, bestätigte sich nicht; jetzt wissen wir durch die Bemühungen von G. Rose, dafs das Platin in Körnern in Chrom-Eisenstein eingewachsen sich findet, und da der Chrom-Eisenstein gewöhnlich als Begleiter des Serpentins vorkommt, von welchem in der Nähe grofse Massen anstehend auftreten, so wurde es wahrscheinlich, dafs der Serpentin eigentlich das Muttergestein des Platin sey, und diefs hat sich später durch direkte Beobachtungen bestätigt *).

Sämmtliche Platin-Lagerstätten sind goldarm, doch findet sich das Gold in geringer Menge auf denselben mit dem Platin verbunden. Es gelang, durch die Ana-

*) Poggendorf Annalen XXXI. p. 673.

logie mit den Erscheinungen in Amerika geleitet, Alex. v. Humboldt auch in diesen merkwürdigen Alluvionen die Auffindung von Diamanten zu veranlassen; sie fanden sich zuerst (im Juli 1829) auf dem Westabhange des Ural mit Goldsand, nahe den Eisenwerken von Bissersk, an dem kleinen Flusse Poludennaja, welcher durch die Tschussovaja in die Kama fällt. Nach einigen von v. Engelhardt *) darüber gegebenen Nachrichten ist es wahrscheinlich, wenn gleich keinesweges gewifs, dafs die Gebirgsart, in welcher diese Diamanten ursprünglich vorkommen, ein körniger Dolomit sey.

Es wurden auf dieser Reise noch eine Menge von merkwürdigen Thatsachen über die geognostische Zusammensetzung des Ural, genaue Bestimmungen seiner Gebirgsarten gesammelt, welche auch selbst noch für die Kenntnifs der bei uns anstehenden Gesteine von wichtigen Folgen seyn werden und mit deren Bearbeitung gegenwärtig noch G. Rose beschäftigt ist. Die Reise über den Ural wurde über Tobolsk und in dem Thale des Irtisch bis an die Grenzen von China fortgesetzt.

An den westlichen Abhängen des Altai-Gebirges beobachtete A. v. Humboldt eine geognostisch höchst merkwürdige Thatsache. Der Granit durchbricht an dem hochfelsigen Ufer des Irtisch, zwischen Buchtarma und Ust-Kamenogorsk nicht nur den Thonschiefer in Gängen, wie ähnliche Durchbrechungen schon aus England, Schottland, Frankreich und Deutschland mehr oder minder deutlich gekannt sind, sondern derselbe breitet sich auch über der Oberfläche des Thonschiefers in mehreren Meilen langen Erstreckungen wagerecht aus. Durch diese wichtige Beobachtung ist uns eine so vollständige Ueberzeugung von der vulkanischen Entstehung und von dem vormals wirklichen Fliefsen des geschmolzenen Gra-

**) Poggend. Ann. XX. p. 524 u. XXXI. p. 604.

nites über weite Länderstrecken zu Theil geworden, wie wir sie bisher nicht gehabt hatten.

Eines der bedeutungsvollsten Resultate dieser Reise ist die aus zahlreichen darüber gesammelten Nachweisungen hervorgegangene Darstellung des Zusammenhanges der Gebirgsketten im Innern von Asien gewesen. In derselben ist zugleich die merkwürdige Thatsache begründet worden, dafs es im Innern dieses Kontinents und zum Theil in Entfernungen von mehr als 100 Meilen von der Meeresküste einige ansehnliche und noch in einem Zustande fortdauernder Thätigkeit befindliche Vulkane gebe, eine Thatsache, von welcher man nicht nur zuvor gar kein analoges Beispiel gekannt hatte, sondern welche man oft auch aus theoretischen Gründen, wegen eines muthmafslich nothwendigen Zusammenhanges der Werkstätte der Vulkane mit dem Meere, zu leugnen geneigt war. Die Abhandlung, in welcher diese merkwürdigen Verhältnisse entwickelt sind, bildet einen Theil einer Sammlung, welche unter dem Titel:

Fragmens de Géologie et de Climatologie Asiatiques. **1831.** 2 Bände,

erschienen sind. Sie ist früher unter dem Titel:

Ueber die Bergketten und Vulkane von Inner-Asien

in Poggendorff's Annalen, Bd. XVIII. S. 1 u. f. abgedruckt.

Wir müssen hier Alles übergehen, was A. v. Humboldt für die Physik unseres Erdkörpers, Geographie, Meteorologie, Pflanzengeographie geleistet hat, von welcher er geradezu einige Zweige selbst neu geschaffen hat. Das Gesagte aber schon wird hinreichen, unwiderleglich zu beweisen, dafs Er und Leopold v. Buch bei weitem die bedeutungsvollsten und für ihr Zeitalter Epoche machenden Erscheinungen sind, welche aus der Freiberger Schule hervorgingen, und zur Erweiterung und Vervollkommnung der dort entstandenen Ansichten das Wesentlichste beitrugen.

Nach ihnen ist noch eine grofse Zahl von Männern, welche auf die Erweiterung unserer Wissenschaft mehr oder weniger Einflufs geübt haben, aus dieser Schule entweder geradezu hervorgegangen oder doch in ihren Ansichten durch die von dort ausgegangenen Grundsätze bestimmt worden. Es scheint mir passend, unter diesen vorzugsweise zwei, Heinrich Steffens und Carl v. Raumer, hervorzuheben, welche für unsere Wissenschaft nicht ohne Bedeutung gewesen sind.

H. Steffens, zwar nicht in der Schule von Freiberg gebildet, ergriff die von dort ausgehenden Ansichten mit besonderer Lebhaftigkeit und suchte ihnen durch den Versuch der Nachweisung eines innern Zusammenhanges vieler Erscheinungen in der Bildung der Erdrinde eine höhere philosophische Bedeutung zu geben. Die in der Zeit seiner Entwicklung in Deutschland sich bildende naturphilosophische Schule, als deren ersten Repräsentanten wir Schelling ansehen dürfen, suchte eine grofse Menge von Natur-Erscheinungen dadurch zu erklären, dafs sie mit andern in einem nothwendigen Gegensatze befindlich gedacht werden konnten, welcher den bei so vielen Naturkräften beobachteten Polaritätsverhältnissen verglichen wurde. Steffens war der Erste, ja wohl der Einzige, der es versuchte, auf eine geistvolle Weise diese Art der Erforschung, welcher wir zahlreiche Erweiterungen unserer Kenntnisse in den Naturwissenschaften verdanken, auf die Geologie anzuwenden. Er schrieb in dieser Zeit ein von seinen Zeitgenossen mit dem lebhaftesten Interesse aufgenommenes Werk:

Beiträge zur innern Naturgeschichte der Erde. (Freiberg 1801),

welches viel anziehende Vorstellungen enthält und mit einem für jene Zeit in unserer Wissenschaft ungewöhnlichen Ideen-Reichthum erfüllt ist. Es wurden in dieser Schrift schon die Alkalien und Erden als Metall-Oxyde betrachtet (was freilich auch schon vor ihm Lavoisier

und

und Bergman geahnt hatten); besonders lebendig ist die Darstellung des grofsen Gegensatzes, welchen Steffens zuerst in den jüngeren Bildungen der Erdrinde zwischen der Kiesel- und der Kalkreihe nachwies, unter welche sich füglich alle Gebirgsarten neptunischen Ursprunges in zwei Hauptgruppen zusammenfassen lassen. Er machte hiebei auf die merkwürdige Thatsache aufmerksam, dafs die zur Kieselreihe gehörigen geschichteten Gebirgsarten von untergegangenen höheren Organismen vorzugsweise nur Pflanzenreste zu führen pflegen, deren bedeutendste Anhäufungen sich im Steinkohlen-Gebirge darstellen, und hielt daher bei der Erzeugung derselben die Bildung des Kohlenstoffes für nothwendig. In den Gebirgsarten der Kalkreihe werden dagegen eben so vorzugsweise Thier-Ueberreste gefunden, hier ist die Heimath der Korallenriffe, der Muschelbänke, welche einen ansehnlichen Gehalt von Kalkerde in dem umgebenden Medium zu ihrer Bildung zu bedürfen scheinen. Kohlenlager im Kalksteingebirge waren eine damals ganz unbekannte und sind selbst jetzt auch nur eine selten vorkommende und unbedeutende Erscheinung. Steffens glaubte daher annehmen zu müssen, dafs mit dem Auftreten der Kalkerde vorzugsweise die Entstehung und fernere Ausbildung des Stickstoffs verknüpft sey, und er meinte daher, dafs der grofse Gegensatz, welcher in den höheren Organismen durch das neben einander fortschreitende Ausbilden des Thier- und Pflanzenreiches ausgedrückt sey, sich auf unvollkommnerer niederer Stufe bereits in dem Auftreten der Kalk- und Kieselreihe in der Bildung der Erdrinde zuerst festgestellt habe. Nun scheint zwar dieses Verhältnifs auf eine viel einfachere und naturgemäfsere Weise durch die Betrachtung erklärt zu werden, dafs die in den jüngeren Schichten unserer Erdrinde vorkommenden Schichten der Kiesel- und Thonreihe sich immer auf eine unruhige Weise gebildet haben, indem dabei die Oberfläche früherer Kontinente zerstört und

deren Pflanzenreste abgestreift wurden, welche, wie auch auf unsern Kontinenten, bei weitem die vorwaltende Masse von Körpern der höhern Organismen bildete. Die Gebirgsarten der Kalkreihe aber wurden, wie wir bereits schon gesehen haben, sehr langsam unter einer ruhigen grofsen Meeresbedeckung niedergeschlagen, und in dem Schoofse der Meere bilden sich auch heute noch bei weitem vorwaltend die gröfsten und mannigfaltigsten Massen der Thierwelt. Nichts desto weniger aber bleibt es doch immer ein wesentliches und dankenswerthes Verdienst, diesen in der Natur vorkommenden Gegensatz zuerst aufgefafst und in scharfer Bezeichnung hingestellt zu haben, und es ist dem Erscheinen dieser Arbeit gewifs ein in hohem Grade gesteigertes Interesse zuzuschreiben, welches die Zeitgenossen an dem Fortschreiten unserer Wissenschaft genommen haben.

Diese erste ist zugleich auch die bedeutendste unter den der Geognosie gewidmeten Arbeiten von Steffens. Es erschienen von ihm später als Fortsetzung derselben: Geognostisch-geologische Aufsätze, Hamburg 1810, welche eine Menge schätzbarer und folgenreicher Bemerkungen enthalten. Besonders zeichnet sich unter denselben eine lebendige und originelle Schilderung der Verhältnisse des Steinkohlengebirges aus, bei welchem die Erscheinung der unzähligen, oft mehr als hundertfach wiederkehrenden, parallelen Kohlenlager aus der muthmafslich in früheren Perioden ganz verschiedenen klimatischen Beschaffenheit der Erdrinde als das Produkt auf einander folgender energischer Sommer und überschwemmungsreicher Winter erklärt wird; so wie auch sehr schätzbare Beobachtungen über einige geognostische Verhältnisse in der norddeutschen Ebene, über das Vorkommen der Salzquellen in derselben, über die beiden merkwürdigen isolirt hervorragenden Gypsberge von Lüneburg und Segeberg, deren Altersverhältnisse zu bestimmen versucht wurde, und welche lange nachher erst zu genaueren Un-

tersuchungen Veranlassung gaben. Unter Steffens späteren zerstreuten Schriften befinden sich auch ferner noch einige Aufsätze geologischen Inhalts, und namentlich ist einer darunter anzuführen, in welchem auf eine sehr überzeugende Weise bewiesen wird, dafs das kesselförmig von höheren Bergen umgebene Hirschberger und Warmbrunner Thal, an der Nordseite des Riesengebirges, einer grofsen zusammenhängenden Zerbrechung des früheren Zusammenhanges und namentlich einem kolossalen Einsturze seinen Ursprung verdanke *).

Carl v. Raumer trat schon während seiner Studien auf der Berg-Akademie zu Freiberg mit einer viel versprechenden und daher Aufsehen erregenden Entdekkung auf. Es war nämlich damals die Entdeckung von dem Aufliegen des Granites auf versteinerungsreichen jüngeren Gebirgsschichten in Norwegen durch L. v. Buch und Hausmann in Deutschland bekannt geworden, und hatte in den Ansichten Werner's, welcher dieser Beobachtung Vertrauen schenkte, eine wesentliche Veränderung hervorgebracht; da untersuchte C. v. Raumer gemeinschaftlich mit M. v. Engelhardt das Vorkommen des Granites und Syenites, welcher sich am Nordostrande des Erzgebirges, an seinem Abfalle gegen das Elbthal quer durch alle die Thäler, welche von dort in die Elbe fliefsen, von der Seidewitz bei Pirna, durch die Müglitz bei Dohna, die Weifseritz bei Tharand bis über die Triebsche bei Meifsen fort erstreckt, und fand, dafs derselbe nothwendig ein jüngerer und ziemlich genau von dem Alter des Syenites in Norwegen seyn müsse, da die Uebergangsschiefer unter denselben einfielen. Diese Entdeckung, so nahe an den Thoren von Freiberg, als dem Punkte, von wo aus stets die Vorstellung, dafs der Granit gleichsam der Kern der Erde und das entschiedenste Urgebirge sey, war verbreitet worden,

*) Steffens Schriften, alt und neu. 1821. Bd. I. S. 190.

erregte grofses Aufsehen. Sie wurde zuerst im Jahre 1808 gemacht und 1811 in einem Werkchen: Geognostische Fragmente, Nürnberg bei Schrag, beschrieben.

Diese Entdeckung hat sich später bei wiederholten Beobachtungen der Hauptsache nach bestätigt, wenn gleich die Ansichten über die Bildung des Granites sich seitdem sehr verändert haben; denn die Gebirgsart, welche v. Raumer und v. Engelhardt noch als eine regelmäfsige, gleichzeitig eingelagerte Masse betrachteten, hat sich später als von unten durchbrechend und die Schichten der Schiefer abschneidend erwiesen. Ich selbst habe darüber einige Beobachtungen bei Dohna, 1827, angestellt, welche später von Naumann, in Freiberg, bestätigt und weiter ausgeführt wurden. Besonders merkwürdig aber ist es, dafs es durch einige zuerst von Professor Weifs angestellte Beobachtungen am rechten Elbufer bei Weinböhla und Hohnstein erwiesen wurde, dafs der dortige Granit unstreitig in noch viel neuerer Zeit in seine jetzige Lage gerückt seyn mufs, als man jemals voraussetzte, denn er findet sich dort auf den jüngsten Flözschichten der Kreide ruhend, und hat bei Hohnstein Schichten der Jura-Bildung mit sich herauf gebracht *).

C. v. Raumer gebührt ferner das Verdienst, dafs er in derselben Schrift auch zuerst nach vorläufigen Beobachtungen auf die jüngere Entstehung des Granites vom Brocken aufmerksam gemacht hat; diese Ansichten wurden lange und lebhaft bestritten, Vielen galt es zwar als Ehrensache, die Granitpunkte des Harzes als Urgebirge zu betrachten; dennoch erwiesen sich diese Beobachtungen als ganz unzweifelhaft richtig, und es war überhaupt mit ihnen in Deutschland ein Wendepunkt für die Betrachtung der Granite bezeichnet, von welchen nun

*) Karsten's Archiv, Bd. XVI. p. 1. und Archiv für Mineral., Geogn. u. s. w. Bd. 1. S. 155.

einer nach dem andern als höchst wahrscheinlich oder oft ganz gewifs jüngerer Bildung erkannt wurde.

Später machten v. Raumer und v. Engelhardt eine Reihe von Untersuchungen, unter dem Titel: „geognostische Versuche, Berlin 1815" bekannt, deren Hauptverdienst es ist, dafs darin zuerst auf das weit ausgedehnte rheinische Schiefergebirge, welches sich von den Ufern der Schelde bei Tournay über die Maas bis zur Mosel, an den Rhein zwischen Bingen und Bonn und auf das rechte Rheinufer bis Stadtberg, Marburg und Giefsen erstreckt, als einer zusammenhängenden Masse (der gröfsten dieser Formation) aufmerksam gemacht wurde; die in's Einzelne gehenden Beobachtungen über die Zusammensetzung dieser Gebirgsmasse sind dagegen nur in flüchtigen Umrissen entworfen.

Die letzte unter den bedeutenderen geognostischen Arbeiten von C. v. Raumer ist eine Untersuchung von Nieder-Schlesien, deren Resultate in dem Werke: „Das Gebirge von Nieder-Schlesien, der Grafschaft Glaz und eines Theiles von Böhmen und der Ober-Lausitz, geognostisch dargestellt, Berlin 1819," enthalten sind. Diese Arbeit ist begleitet von einer schätzbaren geognostischen Karte, die dazu gehörige Beschreibung ist indefs fragmentarisch und für die Entwicklung der Beobachtungen nicht genügend. Zu bedauern ist es dabei, dafs der Verfasser sich zum Aufstellen und hartnäckigen Festhalten einiger gewifs sehr naturwidrigen Ansichten über die Bedeutung der Versteinerungen, über die Bildung der Geschiebe in den Konglomeraten, über das Alter des Alpengebirges hat verleiten lassen, welche unsere wissenschaftlichen Vorstellungen verwirren und eine rationelle Auffassung der Resultate vieler Beobachtungen geradezu unmöglich machen.

Diese Darstellung mag hinreichen, um den aufserordentlichen Einflufs nachzuweisen, welchen die Wernersche Schule auf die Fortbildung der Wissenschaft, be-

sonders in unserm Vaterlande, ausgeübt hat. Fast keiner der bedeutenderen Beobachter in diesem Zweige, dessen Bildungsjahre in die Zeiten von Werner's Wirksamkeit fallen, hat sich ohne direkt von ihm ausgegangene Belehrungen der Wissenschaft gewidmet und sie ohne die Anwendung der von ihm aufgestellten Grundsätze bereichert. Wir können nur sehr wenige von diesen Beobachtern namhaft machen, welche von dem Einflusse dieser Schule wenig oder gar nicht berührt worden sind, nämlich J. F. W. v. Charpentier, J. L. Heim und F. L. Hausmann.

J. F. W. v. Charpentier ist der Aelteste unter diesen, und die erste Zeit seiner Ausbildung fällt noch früher, als Werner's Wirksamkeit begonnen hatte, mit welchem er gemeinsam in Freiberg lebte. Ihm gebührt das unbestreitbare Verdienst, zuerst eine für jene Zeit äufserst vollständige und treue geognostische Beschreibung von Sachsen geliefert zu haben, nämlich:

Mineralogische Geographie der chursächsischen Lande. 1778.

Sie ist von einer geognostischen Karte begleitet, der ersten, welche von irgend einem bedeutenderen Theile von Deutschland auszuführen versucht worden ist. Es entwickelte sich in späteren Jahren eine Art eifersüchtiger Spannung zwischen v. Charpentier und Werner, die auch, als der Letztere seine Schrift über die Entstehung der Gänge herausgab, den Erstern veranlafst zu haben scheint, eine ähnliche:

Beobachtungen über die Lagerstätten der Erze. 1799,

herauszugeben, worin er die Ansicht von der Gleichzeitigkeit der Entstehung der Gänge mit der umgebenden Gebirgsart zu vertheidigen suchte. Ohnerachtet diese Ansicht, und wohl mit Recht, wenig Eingang und Anerkennung fand, so enthält doch dieses Werk viele sehr wissenswerthe Thatsachen über das Vorkommen der Gänge

insbesondere im Erzgebirge und musterhafte Abbildungen von ihren Verhältnissen.

F. L. Heim hat durch eine sehr genaue und ausführliche Untersuchung des Thüringer Waldes seinen Ruf als Geognost begründet, welche noch heute das Vollständigste und Beste ist, was wir über die ganze Ausdehnung dieses merkwürdigen Gebirges besitzen, wenn auch einzelne Theile desselben durch v. Hoff's spätere Schriften uns genauer bekannt geworden sind. Dieses Werk führt den Titel:

Geologische Beschreibung des Thüringer Waldgebirges. 3 Theile. 1796 — 1812.

Es befindet sich darin ein Schatz neuer und wichtiger Beobachtungen; hier ist zuerst die sehr nahe Verwandtschaft der Granite und der Porphyre hervorgehoben; hier ist zuerst darauf aufmerksam gemacht, dafs die löchrigen und krystallinisch-körnigen Kalksteine (Dolomite), welche an dem Saume des Gebirges und in der Nähe von Granit und Porphyr sich einstellen, einer Aufblähung und spätern Umänderung durch Dämpfe ihren Ursprung verdanken, dafs ihre Bildung mit der des, immer in der Nachbarschaft solcher Vorkommnisse auftretenden, Gypses in einem nothwendigen Zusammenhange steht, welcher deutliche Spuren einer Entstehung durch Umwandlung aus früher vorhandenem Kalkstein an sich trägt; eine Ansicht, welche ich später durch ausführlichere Beobachtungen zu begründen versucht habe. Uebrigens zeigen viele seiner allgemeinen Ansichten über Gebirgsbildung, wie nachtheilig es gewesen, dafs er sich dem Werner'schen Einflusse entzogen hatte; sie haben seinen Beobachtungen vielfach eine falsche Richtung gegeben und sind Veranlassung gewesen, dafs seine sonst schätzbaren Leistungen nicht diejenige Würdigung gefunden haben, welche sie in vielen Beziehungen verdienen.

F. L. Hausmann, ein gründlicher Beobachter und

noch gegenwärtig als Lehrer in sehr ausgezeichneter Weise für die Verbreitung unserer Wissenschaft wirksam, erwarb sich zuerst in einem höheren Grade die Aufmerksamkeit der Gebirgsforscher durch eine wissenschaftliche Reise nach Schweden und Norwegen, welche er in denselben Jahren ausführte, in denen L. v. Buch jene Gegenden besuchte. Gleichzeitig untersuchte er die merkwürdigen Umgebungen von Christiania. Er hielt sich aber längere Zeit in den durch ihre Berg- und Hüttenwerke so ausgezeichneten mittleren und südlichen Theilen von Schweden auf, über welche wir von ihm sehr ausführliche und vollständige Nachrichten erhalten haben. Im südlichen Norwegen wendete er seine Aufmerksamkeit auf den grofsen Reichthum merkwürdiger und noch unbekannter Mineralgattungen, welche in diesem Theile Skandinaviens vorkommen, und er hat daher viele derselben zum ersten Male beschrieben. Seine auch mit vielen Bemerkungen über den Bergbau und das Hüttenwesen ausgestattete Reisebeschreibung ist erschienen unter dem Titel:

Reise durch Skandinavien in den Jahren 1806—1807. 5 Theile. 1811—1818.

Zurückgekehrt in sein Vaterland beschäftigte sich Hausmann mit anhaltendem Eifer mit der geognostischen Untersuchung unserer norddeutschen Gebirgsgegenden. Insbesondere hat er dem westlichen Theile des Harzes (Ober-Harz) eine anhaltende Aufmerksamkeit gewidmet, und er hat über denselben die schätzbarsten Beobachtungen gesammelt; doch beschränkt sich fast Alles, was er darüber öffentlich bekannt gemacht hat, mehr auf die vereinzelt stehenden Fundorte und die Beschaffenheit von Gebirgsarten als auf die Zusammensetzung und die Verhältnisse ganzer Gebirgsmassen *).

*) Norddeutsche Beiträge zur Berg- und Hüttenkunde. 1806—7. Hercynisches Archiv. 1805.

Aufser dem Harze hat nun gleichzeitig und später sich Hausmann mit besonderer Vorliebe dem Studium des so mannigfaltigen norddeutschen Flözgebirges gewidmet, und er hat uns zuerst auf das Vorkommen einer von den früher bekannten verschiedenen Sandstein-Formation aufmerksam gemacht, welcher er den noch jetzt üblichen und sehr passenden Namen des Quadersandsteines ertheilte. Sein Hauptwerk über diesen Gegenstand ist die:

Uebersicht der jüngeren Flözgebilde in dem Flufsgebiete der Weser. Göttingen 1824,

in welchem sich eine Menge von sehr genauen und sehr ausführlichen Beschreibungen einzelner Gebirgsarten befinden; indefs fehlt es auch hier an einer Darstellung des Zusammenhanges dieser Gesteine in ihrer grofsen Verbreitung und ihrer äufsern Erscheinung; es fehlen Karten und Profile und mit ihnen die Hinweisung auf alle die merkwürdigen Thatsachen, welche auf eine Herbeiführung des gegenwärtigen Zustandes der Erdrinde durch Erhebung und Verschiebung der zerrissenen Gebirgsarten hindeuten. Dieser Umstand hat auch wohl veranlafst, dafs in der Deutung der Altersverhältnisse der Gebirgsarten sich Irrthümer eingeschlichen haben, dafs selbst in der nächsten Umgegend von Göttingen die Aufeinanderfolge der Gebirgsarten ganz verschieden von ihrem wahren Verhältnisse betrachtet worden ist.

Bei den vielen vortrefflichen Beobachtungen, welche Hausmann gemacht hat und bei seiner genauen Kenntnifs vieler Gebirgsgegenden ist es wohl auffallend, dafs er sich beharrlich vielen neuen Ansichten in der Wissenschaft widersetzt hat; so hat er die, schon oben berührte Ansicht Heim's von der ursprünglichen Kugelbildung der Gebirgsarten festgehalten, und er glaubte dadurch auf eine passende Weise alle die in der Schichtenstellung vorkommenden Unregelmäfsigkeiten und Störungen erklären zu können; eben so hat er bis in die neuesten

Zeiten auf den merkwürdigen Parallelismus in den Streichungslinien der Höhenzüge und Bergketten wenig Gewicht gelegt, welchen zu erkennen doch kaum in irgend einem Lande leichter ist als in dem Gebiete seiner Beobachtungen, sobald man nur einen Blick auf eine geognostische Karte wirft. Bis in die neuesten Zeiten ist er ein eifriger Vertheidiger der Ansicht von v. Charpentier geblieben, dafs die Gänge mit der umgebenden Gebirgsart von gleichzeitiger Entstehung seyen; eine Ansicht, welche sich nicht ohne die gezwungensten und unnatürlichsten Voraussetzungen nur einigermafsen wahrscheinlich machen läfst.

Unter den gegenwärtig mit besonderer Thätigkeit an der geognostischen Erforschung Deutschlands und seiner Nachbarländer, so wie an der Förderung der Wissenschaft im Allgemeinen Theil nehmenden Gelehrten wären wir glücklicher Weise im Stande, eine grofse Zahl nennen zu können, da der Eifer, unsere Wissenschaft zu erweitern, auf eine sehr erfreuliche Weise zugenommen hat; doch wollen wir hier nur wenige der einflufsreichsten Beförderer derselben erwähnen.

Zunächst müssen wir Carl Cäsar v. Leonhard zu Heidelberg nennen, welcher durch das von ihm gestiftete Taschenbuch, das seit dem Jahre 1807 ununterbrochen in jährlichen Bänden erscheint und jetzt gemeinsam mit H. G. Bronn herausgegeben, den Titel: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Geognosie (seit 1830) führt, der Wissenschaft sehr wesentliche Dienste geleistet hat. C. C. v. Leonhard hat in neuesten Zeiten sich besonders dem Studium der Basalte gewidmet, und wir werden über alle bis jetzt bekannt gewordenen Verhältnisse dieser Gebirgsart in einem eigenen Werke unterrichtet, welches den Titel führt: „Die Basalt-Gebilde in ihren Beziehungen zu normalen und abnormen Felsmassen. Stuttgart 1832" mit einem sehr lehrreichen und musterhaft ausge-

führten Atlas. Auch die Lehrbücher, welche er über die Geognosie theils als Leitfaden für Vorträge in kürzerer Form, theils für das Selbststudium ausführlicher bearbeitet herausgegeben hat, verdienen die günstige Aufnahme, welche sie aller Orten gefunden haben, und sind geeignet, den gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft kennen zu lehren.

Wir nennen ferner unter den für die Wissenschaft thätigen Männern noch J. Nöggerath zu Bonn, welcher durch die von ihm unter dem Titel:

Das Gebirge in Rheinland-Westphalen. 4 Bde. 1822 bis 1826

veranstaltete Sammlung sehr viel zur genaueren Kunde jener merkwürdigen Gebirgsländer beigetragen hat, und einen sehr reichhaltigen Schatz von Beobachtungen über die geognostischen Verhältnisse der Eifel, des Siebengebirgs, gesammelt hat, dessen öffentliche Bekanntmachung sehr zu wünschen wäre.

Für die Kenntnifs von Süd-Deutschland sind besonders Schübler in Tübingen, Hehl in Stuttgart, v. Alberti in Rottweil eifrig thätig gewesen, welcher sich vorzugsweise um die genauere Kenntnifs des Flözgebirges Schwabens und der Neckargegenden sehr wesentliche Verdienste erworben hat; durch ihn haben wir die Entwicklung des bunten Sandsteins, des Muschelkalks und des Keupers jener Gegenden genauer kennen gelernt und dadurch einen höchst wichtigen Vergleichungspunkt für dieselben auch in andern Ländern erhalten. Etwas früher waren bereits im Allgemeinen, aber mit bei weitem weniger Detail, diese Gegenden, so wie die entsprechenden von Lothringen, durch v. Oeynhausen, v. La Roche und v. Dechen bekannt geworden:

Geognostische Umrisse der Rheinländer von Basel bis Mainz. 2 Theile. 1826, nebst Karte und Profilen.

v. Oeynhausen hatte bereits früher den

Versuch einer geognostischen Beschreibung von Ober-Schlesien. 1822,

geliefert, worin sich sehr viele äufserst schätzbare Nachrichten über die Gebirgs-Beschaffenheit dieses zuvor nur sehr unvollkommen gekannten und doch für den Bergbau so überaus wichtigen Landes befinden. Es ist darin verhältnifsmäfsig wenig für die Bestimmung der Altersverhältnisse der dort auftretenden Flöz-Gebirgsarten geleistet worden, in denen der Muschelkalk, das Juragebilde und die Kreideformation nicht gesondert und unterschieden wurden, was auch in der That zur Zeit jener Beobachtungen kaum möglich gewesen wäre; sehr deutlich ergiebt sich hieraus, wie wesentliche Fortschritte die Kenntnifs des Flözgebirges in dieser Zeit gemacht hat, und dadurch die einzelnen Beobachter in den Stand gesetzt wurden, eine treffende Vergleichung der von ihnen speziell untersuchten Gegend mit anderen zu liefern und sie in das allgemeine Bild der Formationen einzuordnen. Diefs ist das Resultat der vereinten Bemühungen Vieler, und kann nicht als das Verdienst eines Einzelnen betrachtet werden. Später hat derselbe mit v. Dechen eine Reihe von Untersuchungen in England und Schottland ausgeführt, und wir verdanken ihnen Nachrichten über das Auftreten der Granite an der Südwestspitze von England in Cornwall, über die Porphyre, Basalte, Pechsteine in Schottland und auf den Hebriden.

Mit besonderer Auszeichnung ist noch die Reihe von mühsamen und genauen Arbeiten anzuführen, welche Georg Gottlieb Pusch, ein Zögling der Freiberger Berg-Akademie, früher in Kielce, jetzt in Warschau, über die geognostische Beschaffenheit von Polen und des daran angrenzenden Hauptzuges der Karpaten ausgeführt hat. Pusch hat bei dieser Veranlassung zugleich auch zuerst die Altersverhältnisse der Gebirgsarten von Ober-Schlesien ermittelt, und wir dürfen es noch als einen besonders günstigen Umstand betrachten, dafs dieser ausgezeichnete Beobachter sich mit ganz besonderer Vorliebe und Gewandtheit dem Studium der Versteinerungen ge-

widmet hat. Von seinen zahlreichen Arbeiten ist erst der erste Theil einer

Geognostischen Beschreibung von Polen so wie der übrigen Nord-Karpatenländer. 1833

erschienen, und wir dürfen hoffen, dafs der dazu gehörige Atlas, so wie der zweite Theil dieser Arbeit bald nachfolgen wird *).

Um Alles übersehen zu können, was in unserm Vaterlande für die Erweiterung dieser Wissenschaft geschehen ist, wird es passend seyn, hier noch einen Blick auf die in der Versteinerungskunde ausgezeichneten Leistungen zu werfen. Die Kenntnifs der Reste untergegangener Thier- und Pflanzenkörper ist in Deutschland in neueren Zeiten, obgleich durch einzelne treffliche Werke, doch weniger allgemein als bei unsern Nachbarn, den Franzosen, Engländern und Italienern, gefördert worden. Der Grund dieser Erscheinung liegt ganz unstreitig in der beträchtlich geringeren Aufforderung, welche die natürliche Beschaffenheit Deutschlands zur Anstellung solcher Forschungen darbietet; denn wir sind im Allgemeinen sehr viel ärmer als unsre Nachbarn an dem Vorkommen von wohlerhaltenen organischen Resten, namentlich in ganz neuen Formationen, welche zu solchen Untersuchungen die beste und anregendste Gelegenheit darbieten. Nichts desto weniger haben auch hier, wie in so vielen andern Fällen, die Deutschen den Ruhm behauptet, dafs sie gewissermafsen die Archivare der Wissenschaft gewesen sind, welche die darin ermittelten Thatsachen sorgfältig zu sammeln und kritisch zu sichten beschäftigt waren. Wir besitzen daher über diesen Ge-

*) Diese Hoffnung ist erst zu Ostern 1837 in Erfüllung gegangen; die Resultate der petrefaktologischen Studien des Verfassers sind in dem Werke: Polens Palaeontologie niedergelegt worden.

genstand mehrere höchst schätzbare Grundwerke, und es ist diefs schon zu einer Zeit der Fall gewesen, in welcher in Frankreich und England noch nichts Aehnliches geleistet wurde.

Unstreitig das erste gründliche Werk über diesen Gegenstand finden wir schon fast um die Mitte des vorigen Jahrhunderts in den Arbeiten von Joh. Ernst Walch, Professor zu Jena. Er gab zuerst eine, noch jetzt wegen der Einfachheit und Klarheit ihrer Darstellung brauchbare Uebersicht der damals bekannten Versteinerungen nach dem damaligen Zustande der Naturwissenschaften heraus, welche den Titel führt: Das Steinreich, systematisch entworfen. Halle 1762.

Bei weitem wichtiger aber noch war die unter dem Namen von Walch und Knorr erschienene grofse Arbeit über die Versteinerungen, welche noch heute dem Studium über diesen Gegenstand als eine der reichhaltigsten Sammlungen von guten Abbildungen und Beschreibungen der untergegangenen Reste der Vorwelt zum Grunde gelegt werden mufs. Es war diefs eine von Georg Wolfgang Knorr zu Nürnberg mit einem für jene Zeit seltenen Kostenaufwande und mit musterhafter Treue ausgeführte Sammlung von Abbildungen versteinerter Körper (mehr als 100 Tafeln), welche unter dem Titel:

Sammlung von Merkwürdigkeiten der Natur, von G. W. Knorr. Nürnberg 1755,

in drei Foliobänden mit illuminirten Kupfern erschien. Die Beschreibungen, welche Knorr diesen ohne Wahl und Ordnung gesammelten Gegenständen beigab, waren kurz und nicht wissenschaftlich; es veranstaltete daher Walch eine Ergänzung dieses Mangels, indem er einen wissenschaftlich ausgeführten erläuternden Text zu diesen Kupfertafeln herausgab unter dem Titel:

Naturgeschichte der Versteinerungen als Erläuterung der Knorrischen Sammlung von Merkwürdigkeiten

der Natur, ebenfalls in 3 Foliobänden. Nürnberg 1773, mit Register von Schröter.

Theils gleichzeitig mit Walch, theils etwas nach ihm widmete sich Joh. Samuel Schröter, Pfarrer zu Weimar, der wissenschaftlichen Bearbeitung dieses Gegenstandes, und wir besitzen von ihm ein der Vollständigkeit der Erläuterungen und Beschreibungen wegen sehr schätzbares Werk, welches eine ausführliche Sammlung alles zu jener Zeit in diesem Felde Bekannten enthält, unter dem Titel:

J. S. Schröter Vollständige Einleitung in die Kenntnifs und Geschichte der Versteinerungen. Altenburg 1774—1784. 4 Bände,

wovon die beiden letzten sich mit der Kenntnifs der Versteinerungen ausschliefslich beschäftigen und eine höchst vollständige Uebersicht des Historischen enthalten, was bis dahin in diesem Felde geleistet worden ist.

Wir übergehen die in diesem Zeitraume erschienenen zahlreichen Spezialbeiträge zur Kenntnifs sowohl einzelner Versteinerungen, als namentlich des Vorkommens derselben in gewissen Gegenden, und nennen nur als sehr ausgezeichnet die von Jac. Theod. Klein gelieferte Arbeit über die Umgebungen von Danzig:

Specimen Descriptionis Petrefactorum Gedanensium etc. Norimb. 1770.

Die Werner'sche Lehre, welche es vorzugsweise mit den Lagerungsverhältnissen und der Beschaffenheit der älteren Gebirgsarten zu thun hatte, in welchen theils gar keine, theils nur sehr unvollkommen erhaltene Versteinerungen vorkommen, nahm auf dieses Studium um so weniger Rücksicht, als die Kenntnifs der Versteinerungen noch nicht so weit vorgeschritten war, um eine erfolgreiche Anwendung auf geognostische Betrachtungen zu verstatten. Werner selbst hat jedoch fortwährend ein sehr lebendiges Interesse für die Petrefaktologie bewiesen, und wenn daher aus der Schule von Freiberg

auch nur ein einziger ausgezeichneterer Gelehrter hervorgegangen, welcher sich der Erforschung dieses Gegenstandes mit besonderer Vorliebe gewidmet hat, so hat man diesen doch der besondern von Werner ausgegangenen Anregung zu verdanken.

E. F. v. Schlotheim ist es, welcher sich diesem Zweige der Wissenschaft gewidmet und ihn auf eine sehr erfreuliche Weise erweitert hat. Die erste unter seinen, diesem Gegenstande gewidmeten Arbeiten war ein schätzbarer Beitrag zur Kenntnifs der fossilen Pflanzen des alten Steinkohlengebirges; es führt den Titel:

Beschreibung merkwürdiger Kräuterabdrücke und Pflanzenversteinerungen, ein Beitrag zur Flora der Vorwelt. Gotha 1804.

Es enthält eine reiche Zahl von noch gegenwärtig sehr genügenden Abbildungen und ausführlichen Beschreibungen von den Pflanzenresten, welche sich in dem damals gerade in lebhaftem Betrieb stehenden Kohlenwerke von Manebach bei Ilmenau am Thüringer Walde fanden. Von besonderem Interesse aber ist sein später erschienenes Hauptwerk:

Die Petrefaktenkunde auf ihrem jetzigen Standpunkte durch die Beschreibung seiner Sammlung erläutert. Gotha 1820. Mit 2 Nachträgen 18, 22 und 23.

Dieses Werk enthält eine grofse Menge neuer Nachweisungen und Beschreibungen von Versteinerungen, welche durch dasselbe zum ersten Male bekannt wurden; doch ist es für das Studium derer, welche sich mit diesem Gegenstande von vorn herein bekannt machen wollen, nicht brauchbar, da die Beschreibungen für diesen Zweck nicht genügen und grofsentheils nur literarische Nachweisungen enthalten. Vor Allem interessant, ja einzig in ihrer Art, sind die Abbildungen der Versteinerungen des Muschelkalksteines, welche sich in Thüringen in ganz besonderer Vollkommenheit darboten. Die von v. Schlotheim hinterlassene Sammlung von Versteinerungen, welche lange

Zeit

Zeit hindurch die erste ihrer Art in Deutschland war, viele zum Theil jetzt sehr selten gewordene Gegenstände enthält, ist nach seinem Tode ein Eigenthum der Berliner Universitäts-Sammlung geworden.

Nächst dem eben genannten Naturforscher ist gewifs unter denen, welche diesen Zweig der Wissenschaft mit vorzüglicher Vorliebe gepflegt haben, Graf Caspar von Sternberg mit besonderer Auszeichnung zu nennen. Die Gelegenheit, welche er als geübter Botaniker hatte, die zahlreichen Pflanzenreste in dem Steinkohlengebirge von Böhmen zu studiren, gab ihm zuerst den Gedanken ein, die Reste einer untergegangenen Pflanzenwelt so vollkommen wie möglich kennen zu lernen, und er begann, als der Erste, welcher ein so umfassendes Unternehmen dieser Art auf sich nahm, im Jahre 1825 den

Versuch einer geognostisch-botanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. Bis 1833 erschienen 6 Hefte mit etwa 130 Abbildungen. Folio.

Man kann wohl sagen, dafs wir seit dem Erscheinen dieser Arbeit, vor welcher wir über diesen Gegenstand nur das im Jahre 1723 erschienene *Herbarium diluvianum* von Scheuchzer besafsen, erst angefangen haben, die Beschaffenheit der vorweltlichen Pflanzen wissenschaftlich kennen zu lernen. Erst seit dem Beginnen derselben ist dieser Gegenstand auch in England und Frankreich mit besonderm Eifer aufgenommen worden, und man bearbeitet ihn gegenwärtig mit fruchtbarem Wetteifer in einer Weise, wie man diefs früher kaum noch würde für ausführbar gehalten haben. Noch dürfen wir von dem fortdauernden Eifer des Grafen v. Sternberg für dieses durch ihn zuerst angeregte Studium reiche Früchte erwarten.

Unter den gegenwärtig noch fortwährend mit dem Studium der Petrefaktenkunde beschäftigten Gelehrten unseres Vaterlandes verdienen aufser dem, was darüber

bereits oben über L. v. Buch bemerkt worden ist, noch A. Goldfufs zu Bonn und H. G. Bronn zu Heidelberg, eine besonders ausgezeichnete Erwähnung. Der Letztere begann seine literarische Laufbahn mit einem

System der urweltlichen Konchylien. Heidelb. 1824,

welchem bald darauf ein

System der urweltlichen Pflanzenthiere. Heidelb. 1825

folgte. Beide Werke enthalten die Karakteristik aller bekannten Genera, erläutert durch gute Abbildungen; sie sind daher zum ersten Studium der Petrefaktenkunde ganz besonders zu empfehlen. Wir verdanken übrigens Herrn Bronn aufser einer grofsen Menge vereinzelter Untersuchungen über petrefaktologische Gegenstände, welche sich in den neuesten Bänden des Jahrbuches für Mineralogie befinden, noch eine sehr vollkommne Arbeit über die Versteinerungen der Tertiär-Formation von Italien, besonders erschienen unter dem Titel:

Italiens Tertiärgebilde und deren organische Einschlüsse. Heidelberg 1831.

Wir haben gegenwärtig von diesem ausgezeichneten Kenner ein gewifs äufserst nützliches Werk über die karakteristischen Versteinerungen der Formationen zu erwarten, welches eine wesentliche Erleichterung für das Studium derselben darbieten und die Verbreitung desselben hoffentlich dem Bedürfnisse entsprechend befördern wird.

A. Goldfufs hat um die Kenntnifs der Versteinerungen im Allgemeinen ein grofses Verdienst, indem er zuerst es in neuester Zeit wieder unternahm, den zoologischen Theil derselben vollständig zu bearbeiten. Er ging dabei ganz besonders von einer genauen Untersuchung der zu Bonn befindlichen fossilen Reste aus, und verband damit noch die Kenntnifs derselben aus zwei der gröfsten Sammlungen Deutschlands, von Höninghaus zu Crefeld und Graf Münster zu Baireuth. Diese Untersuchung hat die Grundlage zu dem Erscheinen eines grofsen systematischen Werkes mit meisterhaften Ab-

bildungen und voll genauer eigener Untersuchungen gegeben, welches den Titel führt:

Abbildungen und Beschreibungen der Petrefakten etc. Düsseldorf 1826. Heft I.

Es sind bis jetzt davon 3 Hefte erschienen, welche von den einfachsten Zoophyten bis zu den Mollusken fortschreiten und die Fortsetzung dieser wichtigen Arbeit dringend wünschen lassen.

Von isolirten Arbeiten, welche einzelne Theile vaterländischer Versteinerungskunde zum Gegenstande haben, sind ganz besonders hervorzuheben:

J. J. Kaup descriptions d'ossemens fossiles de Mammifères. 3 Hefte,

welche die am Rheine in der Gegend von Alzey und Eppelsheim gefundenen Knochen beschreiben, die sich in der Sammlung zu Darmstadt befinden, und unter ihnen viel neue und zum Theil sehr merkwürdige Thiere.

Ferner:

C. H. v. Zieten, die Versteinerungen Würtembergs. 12 Liefer. Stuttg. 1830—34. 72 Tafeln.

Eine sehr richtige Darstellung der vorzüglichsten Versteinerungen des süddeutschen Flözgebirges, mit Ausnahme der Kreideformation, und besonders empfehlenswerth durch vortreffliche Abbildungen.

In der so nahe mit Deutschland verbundenen Schweiz, in welcher die Aufforderung zu geognostischen Forschungen durch die Natur des Landes so grofs ist, hat dennoch während längerer Zeit das Studium der Geognosie geruht. Die Schwierigkeit, mit den Ansichten Werner's in den so verwickelten Gebirgen der Alpen zu einer gewissen Befriedigung der Untersuchungen zu gelangen, hat gewifs dazu beigetragen, mannigfache Bestrebungen zurück zu halten, und nur erst in ganz neuster Zeit, nachdem durch L. v. Buch's geistreiche Auf-

fassung der Alpinischen Gebirgsverhältnisse eine neue Bahn gebrochen war, sehen wir die Schweizer Gelehrten mit einem neuen und würdigen Eifer sich der speziellen Erforschung ihres vaterländischen Gebirges widmen. Das, was Scheuchzer für seine Zeit der naturwissenschaftlichen Kenntnifs jenes Landes geleistet, das, was später durch Saussure repräsentirt war, blieb nach dem Tode des Letztern unersetzt.

Der Einzige, welcher sich in dieser Periode mit ausdauerndem Fleifse einer umfassenden Reihe von Beobachtungen über die Zusammensetzung der Schweizergebirge unterzog, war Hans Conrad Escher, von den grofsen hydrotechnischen Arbeiten, welche er im Linththale ausführte, Escher von der Linth genannt. Leider gelangte er nicht zu einer umfassenden Darstellung seiner vielen höchst detaillirten Beobachtungen über einen grofsen Theil der Alpen, indefs hat er in seinen Papieren und Sammlungen einen Schatz wichtiger Bemerkungen hinterlassen, welcher mit den Ergebnissen neuer Forschungen durch den Eifer seines Sohnes für die Wissenschaft hoffentlich nutzbar gemacht werden wird. Er starb mitten in der Entwicklung seiner rastlosen Thätigkeit im Jahre 1823.

Wir besitzen von ihm gegenwärtig nur zerstreute Abhandlungen, theils im bergmännischen Journale, theils im Taschenbuch für Mineralogie von Leonhard, theils in den bei uns weniger bekannten Schweizer Journalen. Unter diesen sind vor Allem einige Alpen-Durchschnitte, der der Gotthard-Strafse, des Kanton Glarus, bemerkenswerth; überaus lehrreich ist ferner eine Abhandlung über die von ihm mit Genauigkeit studirten Bergschlüpfe und eben so der Versuch einiger Berechnungen über die Kraft, welche erforderlich war, um die grofsen Geschiebe, welche schon Saussure beschäftigten, aus den innern Thälen der Alpen bis auf den gegenüber liegenden Abhang des Jura zu wälzen; auch hat er uns

endlich noch eine sehr schätzbare Abhandlung über die Zusammensetzung der Ketten des Jura gegeben, worin auf eine sehr überraschende Weise gezeigt wird, dafs diefs Gebirge aus einer Menge unter sich selbst, aber keinesweges der Hauptmasse des Jura parallelen Bergketten gebildet wird.

Nächst Escher von der Linth ist hier noch J. G. Ebel (gestorben 1831) mit Auszeichnung zu nennen; er erregte zuerst die Aufmerksamkeit des Publikums durch ein an neuen Ansichten reiches und in einem originellen Geiste geschriebenes Werk unter dem Titel: Ueber den Bau der Erde im Alpen-Gebirge. 2 Theile mit Karten. 1808.

Diesem Werke gebührt das Verdienst, dafs in ihm zuerst das ganze Gebilde der Alpen, in seiner vollständigen Ausdehnung, als zusammengehöriges Ganze dargestellt wird, als der Centralgürtel des Kontinentes von Europa, welcher demselben die wesentlichsten Grundzüge seiner Gestaltung verdankt. Die theoretischen Ansichten, welche der Verfasser über den Bau dieses Gebirges aufstellt, sind, wenn gleich mit Enthusiasmus ergriffen und mit wissenschaftlichem Studium ausgeführt, doch auf die Natur nicht anwendbar. Vor Allem hatten auf Ebel, wie auf so viele seiner Zeitgenossen, nicht nur der wunderbare Parallelismus der Schichten im Alpengebirge, sondern eben so sehr die fast stets steile Stellung derselben einen tiefen Eindruck gemacht; es fielen seine Studien gerade in den Zeitraum, in welchem nach A. v. Humboldt's Beobachtungen die Ansicht Eingang gefunden hatte, dafs das Streichen der Alpenschichten allen bedeutenderen Gebirgen gemein sey, und dafs sie die Erdaxe unter irgend einem durch ein allgemeines Naturgesetz konstant vorgezeichneten Winkel durchschneiden. Unter dem Einflusse der Richtung, welchen die Physik hauptsächlich durch die so wichtige Entdeckung der galvanischen Elektricität nahm, wurde daher Ebel nun zu der

Meinung verleitet: es sey der Erdkörper gesetzmäfsig wie eine voltaische Säule im Grofsen gebildet, die Schichten, welche er stets als senkrecht stehend gegen den Horizont annahm, waren die Platten dieses kolossalen Apparates, und er glaubte dann insbesondere viele Natur-Erscheinungen, wie die Zersetzungen und Auflösungen, welche im Innern der Erdrinde vorgehen, endlich die Lichtausströmungen, welche von Zeit zu Zeit an den Polen bemerkt werden, auf eine leicht fafsliche Weise als die Kraftäufserungen dieser galvanischen Säule darstellen zu können.

Dieser Gedanke ist in der That neu und überraschend und giebt Kunde von vielem Scharfsinn, und wären damals schon die Erscheinungen des Elektro- und Thermo-Magnetismus bekannt gewesen, so würde man ihn in der That sicher noch in der ersten Ueberraschung für viel wahrscheinlicher gehalten haben. Allein nach Allem, was nun schon über die ursprüngliche Entstehung, die wahre Stellung und Auflagerung der Schichten ermittelt worden, kann es entschieden nicht mehr zweifelhaft bleiben, dafs wir diese Ansicht verwerfen müssen. Sie ist daher auch von keinem späteren Naturforscher mehr aufgenommen worden, ohnerachtet in ihr gewifs mehr Anziehendes liegt, als in der mehrfach berührten Kugelbildung der Schichten. Sonst ist dieses Werk von Ebel reich an anziehenden Thatsachen, und verdient immer noch gekannt und benutzt zu werden; nur bleibt es wünschenswerth, dafs die erwähnten theoretischen Ansichten sich nicht weiter verbreiten, da sie einen nachtheiligen Einflufs auf den Gang der Beobachtungen Derer gewinnen könnten, welche anfangen sich dieser Wissenschaft zu widmen.

Ebel hat sich ferner ein grofses Verdienst erworben durch seine in den Händen aller Alpen-Reisenden befindliche treffliche Schrift: „Anleitung auf die nützlichste und genufsvollste Art die Schweiz zu bereisen. 3te Auflage. 4 Theile. 1810", welche eine

Menge von treuen Schilderungen der Natur und viele wissenschaftlich merkwürdige Thatsachen enthält.

Unter den jetzt noch thätigen Geognosten der Schweiz nennen wir vor Allen mit ganz besonderer Auszeichnung Peter Merian zu Basel. Die erste seiner Arbeiten, welche die Aufmerksamkeit des Publikums erregte, eine überaus fleifsige und genau verfafste:

Uebersicht der Beschaffenheit der Gebirgsbildungen in den Umgebungen von Basel. 1821,

mufs nothwendig als für die geognostische Kenntnifs jener Gegenden Epoche machend bezeichnet werden, denn sie giebt uns zuerst eine im Sinne der neueren Schule, mit der nöthigen Vollkommenheit und Schärfe bearbeitete Darstellung von einem der mannigfaltigsten Theile der Jurakette, und ohnerachtet es dem Verfasser nicht sogleich gelungen ist, alle von ihm beobachteten Gebirgsarten richtig deuten, und mit den in Nord-Deutschland und England bekannten vollkommen parallelisiren zu können, so sind doch die von ihm gelieferten Beschreibungen der Formationen und der Lagerungsverhältnisse derselben so richtig, dafs diese Parallelisirung späterhin sehr leicht auf die befriedigendste Weise erfolgen konnte. Seit jener Zeit erst ist daher der Jura, in welchem sich überall gleiche Gebirgsbildungen wiederfinden, mit den anderweitig bekannten Gebirgsarten Europa's vergleichbar geworden.

Merian hat später seine Beobachtungen über den Schwarzwald weiter fortgeführt und die Resultate derselben in einer sehr fleifsigen Arbeit unter dem Titel: Geognostische Uebersicht des südlichen Schwarzwaldes. Basel 1832, niedergelegt, welche wir mit Recht unter die wesentlichsten Bereicherungen des beschreibenden Theiles unserer Wissenschaft zählen.

Es verdient ferner mit gleicher Auszeichnung unter den jetzt lebenden Schweizer Geognosten Bernhard

Studer zu Bern angeführt zu werden, welcher zuerst mit einem umfassenden Werke:

Beiträge zur Monographie der Molasse. Bern 1825 auftrat. In dieser Arbeit wird zuerst jene merkwürdige grofse Sandsteinbildung beschrieben, welche mit so ausgezeichneter Gleichförmigkeit das breite Land zwischen den Alpen und der Jurakette ausfüllt und welche mit dem Schweizer Lokalnamen Molasse belegt wird. Studer untersuchte insbesondere die früher unbeachtet gebliebenen Petrefakten dieser Bildung, und es ergab sich daraus ein verhältnifsmäfsig sehr junges Alter derselben, so wie ihre nothwendige Vergleichung mit den zu jener Zeit bereits so wohl bekannten Tertiärgebirgen Italiens, welche unter dem Namen der Subappeninen-Formation bekannt geworden sind.

Nach Vollendung dieser Arbeit hat Studer seine Aufmerksamkeit auf die Beschaffenheit der Alpen und besonders auf die, die Centralkette parallel einfassenden, sogenannten Kalk-Alpen gerichtet. Es ist von diesen für die Wissenschaft wichtigen Bemühungen noch wenig öffentlich bekannt geworden; doch zeigt sich aus dem, was zerstreute Notizen enthalten, dafs die Untersuchungen von Merian nicht ohne Einflufs geblieben sind, denn es ergiebt sich, dafs fast alle dieselben Formationen, welche von demselben im Jura aufgefunden worden sind, auch in den Kalk-Alpen unter analogen Verhältnissen wieder auftreten, und dafs also diese ganze mächtige Gebirgsbildung von viel jüngerem Ursprunge sey, als man früher anzunehmen geneigt war.

Eben so mag hier bereits vorläufig erwähnt werden, dafs auch nach diesen Betrachtungen in der Centralkette der Alpen die krystallinischen Gebirgsarten viel jüngerer Entstehung seyn müssen, als nach den ältern Systemen, und dafs der Begriff dessen, was Urgebirge sey, hier so schwankend, wie fast überall, bei genauerer Untersuchung wird. Der Gneis namentlich, welchen man sonst in der

unmittelbaren Nachbarschaft und Verbindung mit dem Granite (*Granite feuilleté* von Saussure) als die älteste aller Gebirgsarten, als die Grundlage des ganzen Alpengebäudes ansah, zeigt sich an vielen Stellen in den Kalkstein hineintretend und darin seltsam verzweigend, ihn verändernd, störend. Die merkwürdigsten Punkte, an denen Verhältnisse dieser Art beobachtet worden, liegen nach Studer's höchst anziehenden Mittheilungen im Roththale, auf der Westseite der Jungfrau und im Urbach-Thale zwischen der Scheidegg und der Grimsel-Strafse; ungemein schön zeigt sich dieses Verhältnifs an der Strafse, welche so viele Reisende zu nehmen pflegen, im Berner Oberlande an den natürlichen Profilen des Mettenberges (vor dem Schreckhorn bei Grindelwald), am Laubstock und Plattenstock, und wie ein Gemälde von dem Grunde des Thales bis zum höchsten Gipfel des Berges zeigt sich diese Erscheinung des Ineinandergreifens an dem Passe zwischen dem Urbach-Thale und dem Rosenlaui-Gletscher an den Wänden des Tossenhornes und Gstellihornes *).

Von dem Granit in den Alpen war ein ähnliches Hineingreifen in junge Kalksteine schon von L. v. Buch im südlichen Tyrol bei Predazzo im Fassa-Thale beobachtet worden; doch war diefs nicht der Granit der Centralkette, sondern eine mit den Porphyren jener Gegend in Beziehung stehende Gebirgsart, so dafs diese Beobachtung andere Folgerungen über die Stellung der Centralkette der Alpen zuliefs. Analog aber verhält sich auch, nach Elie de Beaumont's Beobachtung, der Granit in der Montblanc-Kette in den Umgebungen von Valorsine, wo er gangartig verzweigt in die Sand-

*) Vollständig sind diese Beobachtungen enthalten in dem Werke: Geologie der westlichen Schweizer-Alpen, ein Versuch von B. Studer. Heidelberg und Leipzig 1834.

steine der Kreideformation eingreift. Es zeigt sich also dasselbe Verhältnifs in dem Gneis und Granit der Centralkette der Alpen wie in den Graniten des Erzgebirges, dem Brocken-Granit, und wir müssen demnach unsere wissenschaftlichen Ansichten von der Bedeutung des Urgebirges, nach dem ihm zum Grunde liegenden Begriffe wesentlich umändern.

Es ist ferner Studer gelungen, in dem granatreichen Glimmerschiefer der Centralkette am Berge Nufenen, welchen man nie für etwas Anderes als für Urgebirge gehalten hat, Versteinerungen, darunter Belemniten zu finden, welche in keiner älteren Formation, als in der Jura- und Kreidegruppe vorkommen, und es daher höchst wahrscheinlich machen, dafs die sie einschliefsende Gebirgsart in ihrer ursprünglichen Form in dieser neuen Periode gebildet sey und dann erst eine Umwandlung in den krystallinischen Zustand erlitten habe, worin wir sie gegenwärtig finden.

Aufser diesen beiden bedeutendsten unter den Schweizer Geognosten dürfen wir einige sehr schätzbare Beobachter nicht übergehen. Necker de Saussure zu Genf hat sich zuerst durch eine an Beobachtungen reiche Reise nach Schottland, und dann noch durch einige vortreffliche Beobachtungen über den Krater des Vesuv nach der grofsen Eruption von 1822, um unsere Wissenschaft verdient gemacht; denn er ist der Erste gewesen, welcher die gesetzmäfsige Struktur eines Ausbruchs-Kraters nach dem Anblicke schöner, durch den Einsturz entstandener Profile naturgemäfs darstellte; er hat ferner auch die Aufmerksamkeit auf die mit dichter Lavamasse erfüllten Gänge hingelenkt, welche sich sowohl an den Wänden des Monte Somma, als auch in dem gegenwärtigen Krater des Vesuv finden, welcher erst seit historisch bekannten Zeiten sich aufschüttete.

Später hat sich noch Necker ganz besonders einige sehr wesentliche Verdienste um die an merkwürdigen

Thatsachen so überaus reichen Umgegend von Genf erworben; insbesondere hat er das merkwürdige Vorkommen eines sehr neuen, an Petrefakten reichen und zur Kreideformation gehörigen Sandsteines an der *Perte du Rhone* beschrieben und sich genauer mit dem Studium der Kalk-Alpen auf der Seite von Savoyen beschäftigt. Seine hierüber bekannt gemachten Arbeiten so wie die Beobachtungen über den Vesuv sind in der *Bibliothèque universelle* und in den *Mémoires de la société d'histoire naturelle de Genève* enthalten.

Joh. v. Charpentier, ein Sohn des verdienten Freiberger Geognosten, seit längerer Zeit Direktor der Salinen zu Bex, hat sich in der ersten Zeit seiner schriftstellerischen Laufbahn besondre Verdienste um die Kenntnifs der Pyrenäen erworben, welche vor ihm fast allein durch die mehr auf einige allgemeine Verhältnisse bezüglichen Arbeiten von Palassou und durch einige mehr auf merkwürdige Oertlichkeiten beschränkte Untersuchungen von Ramond bekannt waren. Charpentier untersuchte bei einem mehrjährigen Aufenthalte diese ganze Gebirgskette zusammenhängend, und er hat davon eine sehr vollständige geognostische Karte mit Profilen geliefert. Die in's Detail gehende Beschreibung dazu ist enthalten in dem

Essai sur la Constitution géognostique des Pyrénées. Paris 1823,

und es ergiebt sich daraus nicht nur ein relativ viel neueres Alter der Granite dieses Gebirges, sondern auch das Auftreten einer merkwürdigen neuen, dem Augitporphyre ähnlichen, vulkanischen Bildung, welche, unter dem Namen des Ophit bekannt, stets auf eine sehr auffallende Weise an das Erscheinen von Gypsen und von Salzquellen geknüpft ist.

Später hat J. v. Charpentier sich Verdienste um die genauere Aufklärung der geognostischen Beschaffenheit seiner Umgegend erworben; wir verdanken ihm na-

mentlich eine sehr vollkommene Beschreibung der Umgebungen von Bex *), einige wichtige Notizen über die Beschaffenheit des Wallis, insbesondere mit Rücksicht auf das Auftreten der Gypse in demselben, und es ist ferner seinen Bemühungen gelungen, in dem Gypse von Bex das Vorkommen einer sehr merkwürdigen Steinsalzmasse zu entdecken, welche mit Anhydritbrocken untermengt eine Gangspalte ausfüllt und den Beweis zu liefern scheint, daſs das Steinsalz dort, wie noch heute in dem Krater des Vesuv, durch eine Sublimation oder durch Aufsteigen als geschmolzene Masse erzeugt wurde, ein Verhältniſs, was durch die anziehenden Vergleichungen L. v. Buch's eine allgemeinere Wichtigkeit erhalten hat **).

Auch die Arbeiten von J. F. Hugi zu Solothurn dürfen nicht unerwähnt bleiben, welche besonders in der Schweiz wegen der ungewöhnlichen Abenteuer, mit denen seine in die bisher unzugänglichsten Theile der Alpen fortgeführten Untersuchungen verknüpft waren, ein besonderes Aufsehen erregt haben. Hugi hat das unbestreitbare Verdienst, durch sehr fleiſsiges Sammeln einige höchst schätzbare Beiträge zur Kenntniſs der Versteinerungen des Jura, und insbesondere zur Kenntniſs der im Kanton Solothurn vorkommenden fossilen Schildkröten geliefert zu haben, welche sich in der wichtigen naturhistorischen Sammlung seiner Vaterstadt befinden. Er unternahm in den Jahren 1828 und 29 mehrere mit zahlreichen Gefahren und Mühseligkeiten verknüpfte Wanderungen in die höchsten Umgebungen der Jungfrau und des Finster-Aarhorn, das zum ersten Male auf seine Veranlassung bestiegen und gemessen wurde; er hat die Resultate seiner Wanderungen in einem eignen Werke unter dem Titel:

*) Leonh. Taschenb. 1821. p. 336.

*) Poggendorf Annalen, Bd. III. S. 75.

Naturhistorische Alpenreisen von J. F. Hugi. Solothurn 1830

herausgegeben. Es sind darin sehr viel merkwürdige Andeutungen über geognostische Gegenstände enthalten, namentlich sind das Vorkommen und die Verbindungen des Granites und des Gneises mit dem Kalkstein in den hohen Kalk-Alpen von ihm an vielen früher unbekannten Stellen nachgewiesen worden; er ist auch der Erste gewesen, welcher auf die später von Studer genauer beschriebenen Verhältnisse im Urbachthale und Roththale aufmerksam gemacht hat.

So lobenswerth indefs auch der von ihm bei dieser Gelegenheit an den Tag gelegte Eifer seyn mag, so können doch seine Berichte überall nur als Andeutungen für spätere genauere Beobachter betrachtet werden; denn sie entbehren der wissenschaftlichen Schärfe und Klarheit. Der Mangel an Kenntnissen, welche die Grundlage guter Beobachtungen bilden müssen, wird noch nachtheiliger versteckt durch die Hinneigung zu den auffallendsten und sonderbarsten Hypothesen, welche bei genauerer Betrachtung mit Allem, was die Erfahrung bewährt, sich in Widerspruch befinden und daher ohne Weiteres müssen verworfen werden.

Unter den die Geognosie fördernden Naturforschern der Schweiz hat endlich Agassiz zu Neufchatel einen besonderen Anspruch auf eine sehr rühmliche Erwähnung. Anfänglich der Zoologie sich widmend hat derselbe sich ein ganz neues Reich in der Versteinerungskunde durch die Bearbeitung der fossilen Fische gegründet, deren Untersuchung wegen der Mangelhaftigkeit ihrer Ueberreste grofsen Scharfsinn und reiche Kombinationsgabe erfordert. Seine in diesem Felde erworbenen Resultate werden gegenwärtig in einem grofsen Werke:

Recherches sur les Poissons fossiles,

von vortrefflichen Lithographien begleitet, herausgegeben; die Anerkennung, welche seine Untersuchungen noch bei

Cuvier gefunden haben, machen es überflüssig, die Verdienstlichkeit derselben weiter hervorheben zu wollen.

Wir besitzen indefs schon in einigen vorläufigen Abhandlungen, welche grofsentheils in v. Leonhard und Bronn's Jahrbüchern enthalten sind, einige sehr schätzbare Andeutungen über die Unterschiede der Fische in den ältern und neuern Perioden der Bildung der Erdrinde. So wird durch eine sehr lehrreiche Abhandlung erwiesen, dafs die bekannten Schiefer von Matt im Kanton Glarus, welche man früher stets als eine sehr alte Gebirgsart (als Dachschiefer im Uebergangsgebirge) anzusehen gewohnt war, ihren Fisch-Resten nach, welche schon Scheuchzer in dem merkwürdigen Buche ***Piscium Querelae et Vindiciae****) 1708 beschrieben hat, der Kreide-Formation angehören müssen. Ein Resultat, welches nicht nur sehr wahrscheinlich, sondern auch ein merkwürdiger Beitrag zu der in der neusten Zeit immer häufiger gewordenen Wahrnehmung ist, dafs die Hauptmasse der Alpen von viel jüngeren Gebirgsarten gebildet wird, als man, früheren Theorien von der Höhe und dem Alter der Gebirge folgend, nur anzunehmen geneigt war.

Unter den übrigen Ländern Europa's ist vorzugsweise England durch die aufserordentliche Regsamkeit merkwürdig, mit welcher gegenwärtig dort geognostische Forschungen angestellt werden. Geognosie ist dort jetzt allgemein Lieblingswissenschaft geworden, und bei der grofsen Hinneigung der Engländer zu bedeutenden Reise-Unternehmungen, verbunden mit grofsen äufseren Mitteln, ist der Wissenschaft aus diesem Verhältnisse wesentlicher Vortheil erwachsen.

*) In diesem seltsamen Buche beklagen die in Stein begrabenen Fische in einer sehr pathetischen Sprache ihr Schicksal, vom Thierreiche zu unorganischer Materie degradirt worden zu seyn.

Im Allgemeinen haben die Forschungen der Engländer, geleitet durch den gesunden praktischen Sinn, welcher sie so sehr auszeichnet, einen sehr natürlichen und mehr auf das Positive gerichteten Gang angenommen. Glänzende und scharfsinnige Hypothesen, welche auf das Ganze oder einzelne wichtigere Zweige der Wissenschaft umgestaltend einwirkten, sind von dort weniger ausgegangen, und einzig das noch gegenwärtig fortwirkende Bestreben, die Resultate der geognostischen Forschung mit den Worten der heiligen Schrift über die Schöpfungsgeschichte und die Sündfluth so genau als möglich in Einklang zu bringen, hat hier zuweilen eine Reihe hypothetischer Versuche nach sich gezogen, von denen wir einige der älteren (wie Burnet, Whiston, Woodward, Whitehurst) bereits oben erwähnt haben.

In den neueren Zeiten haben die Grundsätze der Schule Werner's, welche so ganz auf klares Beobachten der Verhältnisse in der Natur gegründet waren, Eingang und mehr noch vielfache Anwendung gefunden; besonders ist diefs in Schottland durch Robert Jameson zu Edinburg geschehen, welcher die Werner'schen Ansichten in einer Reinheit und Vollständigkeit anzuwenden versuchte, wie diefs aufserdem wohl in keinem unserer Nachbarländer geschehen ist. Wir verdanken Jameson schon sehr früh (1800) für ihre Zeit äufserst schätzbare Bemerkungen über Schottland und die schottischen Inseln, welche unter dem Titel: *Outlines of the Mineralogy of the Scotish Isles* erschienen und erst viel später durch die Schriften von Mac Culloch und Boué vervollständigt und berichtigt worden sind.

Er hat in den zuletzt, 1820, erschienenen *Elements of Geology* eine sehr vollständige Darstellung der Werner'schen Lehre gegeben, und durch die im Jahre 1811 erfolgte Stiftung einer Wernerschen Gesellschaft (*Wernerian Society*) um die Fortbildung unserer Wissenschaft bedeutende Verdienste sich erworben. Von den Verhandlungen dieser Societät sind bisher 5 Bände

erschienen, welche für die Kenntnifs von Schottland insbesondere einige sehr beachtenswerthe Beiträge enthalten.

Uebrigens hatte sich gleichzeitig mit dem Systeme Werner's in Deutschland eine sehr merkwürdige, rein von vulkanistischen Grundsätzen ausgehende Erdbildungsansicht in Schottland entwickelt, welche muthmafslich, wenn sie nicht gerade mit der Blüthezeit der Werner'schen Schule zusammengetroffen wäre, noch bei weitem mehr Einflufs erlangt haben würde. Der Vertreter dieser Ansicht war James Hutton (*Theorie of the earth*, 1795. 2 Bände), und die von ihm ausgehenden Grundsätze wurden durch eine Reihe von sehr anziehenden Erläuterungen bestätigt, welche John Playfair (*Explications* 1802) hinzufügte und die eine grofse Menge von äufserst wichtigen und anziehenden Thatsachen für die physische Geographie enthalten. Diese ganze Arbeit ist in's Französische übersetzt worden unter dem Titel: *Explication de Playfair sur la Théorie de la Terre par Hutton, traduit de l'Anglais par C. A. Basset*, 1815.

J. Hutton ward durch die Beobachtung zahlreicher Gänge aufgeregt, welche alle ältern vulkanischen Gebirgsarten, der Granit, wie die Grünsteine, Basalte, so häufig in Schottland und auf den benachbarten Inseln bilden; er erkannte sehr bald, dafs dieselben nur unter Erscheinungen der Zerreifsung des ursprünglichen Zusammenhanges, der Veränderung und Anschmelzung der benachbarten Gebirgsschichten auftreten. Er war demnach der Erste, welcher diese späterhin so vielfach zur Begründung der Ansichten über die abnormen Gebirgsarten benutzte Erscheinung nicht nur lebhaft auffafste, sondern auch sie an ihre rechte Stelle setzte, indem er dadurch erwies, dafs alle diese älteren Gesteine einst in geschmolzenem Zustande durch Spalten an die Oberfläche getreten seyen und sich theilweise über derselben verbreitet haben. Freilich begünstigte ihn auch in seinen Forschungen die

Natur

Natur seines Vaterlandes in hohem Grade, da in den tief eingeschnittenen und nackt abgewaschenen Küsten-Profilen Durchschnitte zum Vorschein kommen, welche die Zusammensetzung der Erdrinde viel vollkommner entblöfsten, als diefs in unserm Vaterlande jemals der Fall ist. J. Hutton hatte indefs bei Betrachtung dieser vulkanischen Erscheinungen die neptunischen Erzeugnisse seines vaterländischen Bodens keinesweges übersehen, sondern es war vielmehr ausdrücklicher Grundsatz seines Systemes, dafs die meist jüngern, deutlich geschichteten Gebirgsarten als Bodensätze des Meeres müfsten erfolgt seyn; er glaubte indefs, dafs die Verdichtung dieser Gesteine, die Verfestung der Sandsteine und Konglomerate einer nach ihrer Bildung erlittenen starken Erhitzung, oder einer Art von angehender Schmelzung müsse zugeschrieben werden. Er war ferner sehr aufmerksam auf die Erscheinungen der Verbiegung und Aufrichtung der Schichten, und schon zu der Zeit als Werner, wie wir gesehen, mit glänzendem Beifall gerade das Gegentheil vortrug, stellte er die Ansicht auf, dafs alle Gebirgsmassen von unten her über die Oberfläche des Meeres getreten, die auf dem Boden des Meeres regelmäfsig und ursprünglich horizontal gebildeten Schichten durch spätere vulkanische Wirkungen aus ihrer ursprünglichen Lage gerückt, zerbrochen und verbogen seyen. Er suchte ferner nachzuweisen, dafs das so gebildete Festland später durch vulkanische Erschütterungen, Ueberfluthungen des Meeres wieder zertrümmert worden, dafs aus der Anhäufung dieser Trümmer und Zerstörungs-Produkte neue Kontinente wieder hervorgegangen, und dafs solche Umwandlungs-Perioden, so weit wir die Erdkunde kennen, mindestens zwei mal auf einander gefolgt seyen.

Diese Ansichten machen unstreitig J. Hutton zum Schöpfer der in unserer Wissenschaft gegenwärtig allgemein angenommenen Vorstellungen. Alles was, wie wir gezeigt haben, später auf anderen Wegen in dieser Be-

ziehung Neues und Mannigfaltiges besonders durch die Betrachtungen des unermüdeten Forschers L. v. Buch gewonnen worden ist, findet in diesen ersten Darstellungen J. Hutton's seinen natürlichen Anknüpfungspunkt. Wir dürfen daher füglich Schottland als die Wiege der neueren Geologie betrachten, und wenn gleich die damals in unserm Vaterlande herrschende Lehre die rasch folgende Verbreitung dieser neuen Ansichten hinderte, so bildeten sich dieselben doch an ihrer Geburtsstätte, trotz des widerstrebenden Einflusses von Jameson, bevor sie bei uns Eingang fanden, zu ansehnlicher Vollkommenheit aus.

Unter den schottischen Gelehrten, welche zur Entwicklung dieser Ansichten erfolgreich beitrugen, verdient nächst Playfair noch James Hall angeführt zu werden, welcher es in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts sich sehr angelegen seyn liefs, die von Hutton gemachten Voraussetzungen durch sinnreich angestellte Versuche zu bestätigen. Man hatte nämlich der von Hutton vorgetragenen Ansicht von mehreren Seiten her und ganz besonders von Seiten der Werner'schen Schule den Einwurf gemacht, dafs sie bei Bildung der älteren krystallinischen Gesteine durch vulkanische Wirkung etwas geradezu Unmögliches voraussetze. Die Erfahrung hatte nämlich bis dahin stets bewiesen, dafs man durch künstliche Schmelzung von Mineralkörpern immer nur gleichförmig dichte, spröde, glasartige Massen erzeugen könne. Für die Bildung krystallinischer Massen aber glaubte man in dem Anschiefsen der Salze aus ihren wässrigen Lösungen einen zu offenbaren Anhalts- und Vergleichungs-Punkt gefunden zu haben, als dafs man sich entschliefsen konnte, die Ansicht von der Entstehung dieser Massen durch Krystallisation aus dem Wasser selbst für die bekanntlich in unserem Meerwasser ganz unauflöslichen Substanzen aufzugeben. Man hätte sich nun zwar leicht von der Unhaltbarkeit dieser

Vorstellungen durch eine etwas genauere Uutersuchung der noch thätigen Vulkane überzeugen können, da dieselben noch jetzt unter unsern Augen eine Menge krystallisirter Mineralkörper, selbst von den in ältern krystallinischen Gebirgsarten vorkommenden Gattungen, einzig durch Hülfe der Schmelzung bilden. J. Hall unternahm es daher, die Voraussetzungen Hutton's durch direkte Versuche zu prüfen. Er begann damit, die krystallinischen Gebirgsarten Schottlands, besonders die Trappgesteine, einer neuen Umschmelzung zu unterwerfen, und ohnerachtet er anfänglich dabei nichts als ein gemeines schwarzes Glas aus denselben erzeugen konnte, so gelang es ihm doch bald, bei einer geringen Abänderung seines Verfahrens, sobald er die geschmolzenen Substanzen einer künstlich langsamen Abkühlung unterwarf, in der That nicht nur krystallinische Körper hervorzubringen, sondern auch unter günstigen Umständen gerade dasselbe krystallinisch-körnige Gemenge wieder entstehen zu lassen, das er durch Schmelzen zerstört hatte.

J. Hall dehnte seine Versuche noch weiter aus, machte namentlich noch Beobachtungen über die Veränderungen, welche die neptunisch gebildeten Gesteine nach den Voraussetzungen Hutton's durch Schmelzung erleiden sollten. Ein anscheinend wichtiges Hindernifs zur Anwendung dieser Voraussetzungen schien hier vorzugsweise in dem angenommenen Schmelzen des Kalksteines zu liegen; denn es ist allgemein bekannt, dafs bei einer bis zur Glühhitze erhöheten Temperatur die Kohlensäure entweicht, Aetzkalk oder gebrannter Kalk zurückbleibt, und derselbe daher nach seiner Umschmelzung nicht als Kalkstein wieder krystallisiren kann. J. Hall zeigte indefs, dafs es bei Anwendung eines gewissen Druckes, wie er im Innern der Erdrinde wahrscheinlich statt finden mufs, vollkommen gelinge, bei starker Erhitzung das Entweichen der Kohlensäure zu hindern und

den kohlensauren Kalk krystallinisch-körnig als Marmor sich ausbilden zu lassen.

Diese merkwürdigen Versuche sind später, wie sich erwarten liefs, auf eine sehr ausgezeichnete Weise von andern Naturforschern bestätigt worden. Zuerst wurden sie durch einen schottischen Gelehrten, Gregor Watt, im Jahre 1804 wiederholt, welcher mit grofsen, bis 5 Zoll langen Stücken von schottischem Trapp operirte. In ganz neuen Zeiten aber hat sich Mitscherlich um diesen Gegenstand besondere Verdienste erworben; denn er hat nicht nur erwiesen, dafs in den Hüttenprodukten (Schlacken) besonders der Eisenhütten sich noch fortdauernd einige der krystallinischen Mineralien deutlich bilden, welche in den ältern Gebirgsarten auftreten, sondern es ist ihm und dem französischen Chemiker Alex. Berthier auch gelungen, mehrere dieser Mineralien, wie Augit, Olivin, Glimmer, Magneteisenstein, durch Zusammenmischen und Schmelzen ihrer Bestandtheile künstlich in sehr vollkommnen Krystallen nachzubilden, so dafs wohl nicht mehr zu zweifeln ist, es werde diefs in Zukunft bei Fortsetzung der Versuche noch mit vielen andern Mineralkörpern gelingen.

Wir verdanken indefs den Bemühungen J. Hall's auch noch eine andere Reihe merkwürdiger Versuche, um die gekrümmten und gebogenen Stellungen der Schichten zu erklären, welche sich in den Küsten-Profilen von Schottland mit ausnehmender Deutlichkeit, in einer jedem unbefangenen Beobachter äufserst auffallenden Weise zeigen. Er ging hiebei von der Ansicht aus, dafs, wenn man Substanzen in verschiebbaren Blättern über einander gelagert ähnlichen Einwirkungen, wie sie diese verbogenen und gewundenen Schichten in der Natur wahrscheinlich einst erlitten haben, aussetzte, man genau die Gestalten dieser künstlich nachgebildet würde erhalten müssen. Nun bestanden aber diese Einwirkungen augenscheinlich in einem doppelten Druck, welchem die

verschiebbaren Schichten theils von oben durch ihre eigene Schwere, theils aber auch gleichzeitig von den Seiten durch das Emportreiben vulkanischer Massen ausgesetzt waren. Er nahm daher, um diese Bedingungen künstlich nachzubilden, zuerst eine Menge von Tüchern, legte sie wagerecht über einander, beschwerte sie stark durch aufgelegte Gewichte und trieb sie nun von den Seiten her mittelst Bretter, auf welche heftig geschlagen wurde, zusammen. Die Tücher wichen dann aus, wurden in die Höhe getrieben und machten Verschiebungen und Krümmungen, welche jenen merkwürdigen Küsten-Profilen ungemein ähnlich waren. Um die Natur noch vollkommner nachzuahmen, wandte J. Hall später bei seinen Versuchen verschieden gefärbte, horizontal übereinandergelegte Thonschichten an, und hier war der Erfolg so täuschend, dafs man füglich nicht mehr zweifeln konnte, es müfsten bei der Bildung der Erdrinde analoge Ereignisse statt gefunden haben. Diese viel zu wenig bekannt gewordenen merkwürdigen Versuche, aus denen eine so treffliche Bestätigung der vielfach versuchten Erklärung der gewundenen und gebogenen Schichtenformen hervorgeht, sind beschrieben und durch schöne Abbildungen erläutert im zweiten Bande der

Transactions of the Royal Soc. of Edinburgh *).

Im übrigen Theile von England ward das Studium der Geognosie im neueren Sinne zuerst in der letztern Hälfte des vorigen Jahrhunderts durch die Bemühungen eines Mannes gefördert, dessen Verdienste erst kürzlich wieder gröfsere Anerkennung gefunden haben, und den wir füglich als den Schöpfer englischer Geognosie betrachten können, wenn er gleich nach seiner allgemeinen wissenschaftlichen Ausbildung und nach seiner, ganz auf die Praxis gerichteten Beschäftigung nicht mit dem Stifter der deutschen Schule, mit Werner, verglichen wer-

*) Ein Auszug davon in Poggend. Ann. Bd. 37. S. 273.

den kann. Es war diefs William Smith, geb. 1769, gest. 1834. Als Civilbaumeister, welcher sich mit Strafsen- und Kanal-Bauten vorzugsweise beschäftigte, richtete derselbe seit seinem achtzehnten Jahre mit besonderer Vorliebe, und mit der Gabe der Beobachtung in hohem Grade ausgerüstet, seine Aufmerksamkeit auf die Gebirgsarten der Gegenden, wohin seine Beschäftigungen ihn führten. Er karakterisirte sie genau und beschrieb sie vorzugsweise in nur handschriftlich bekannt gewordenen Abhandlungen, die von vielen Personen hauptsächlich in praktischen Beziehungen wegen Auffindung von Steinkohlen, Bausteinen benutzt worden sind. Glücklicherweise führten ihn seine Arbeiten sehr häufig in die entferntesten Gegenden Englands, und da er überall gleich aufmerksam beobachtete, so fand er dadurch Gelegenheit, die äufserst wichtige Entdeckung zu machen, dafs durch ganz England von der Südküste bis zur Ostküste eine und dieselbe Reihenfolge von Gebirgsarten überall ursprünglich in einer und derselben Beschaffenheit und mit einer stets gleichbleibenden Ordnung sich forterstrecke. Er fand ferner, dafs alle diese Schichten sich in einer merkwürdigen Gleichförmigkeit in paralleler Richtung diagonal durch die Insel von SW. nach NO. ziehen, und dafs nur selten in dieser allgemeinen Regel deutlich nachweisbare untergeordnete Störungen statt finden, die genauer zu ermitteln er bemüht war.

Smith ging, nachdem er diese allgemeine Thatsache entdeckt hatte, in der Ausführung seiner Untersuchungen noch weiter. Er folgte den schon oben angegebenen Forschungen Lister's in Beziehung auf die in den Erdschichten auftretenden Versteinerungen, und war der Erste, welcher in England mit grofser Bestimmtheit nachwies, dafs diese Reste von untergegangenen Thier- und Pflanzenschöpfungen in den verschiedenen Gebirgs-Schichten keineswegs zufällig vertheilt sind, sondern dafs gewisse Formen stets nur in gewissen Schich-

ten unabänderlich wiederkehren und eine jede Species ihre bestimmte unveränderliche Stellung behaupte, daher denn ihr Vorkommen in verschiedenen Theilen von England zu Identificirung der Schichten, in welchen sie gefunden werde, dienen müsse. Er schrieb über diesen Gegenstand eine eigne, später sehr bekannt gewordene Abhandlung, welche die allgemeine Aufmerksamkeit rege machte; noch mehr aber nützte der Umstand, dafs er von allen durch ihn unterschiedenen Gebirgsarten und von deren karakteristischen Versteinerungen eine vollständige Sammlung anlegte, im Jahre 1806 in London ausstellte und an die Regierung für das brittische Museum verkaufte. Hier hat der Anblick und die Vergleichung dieser Sammlung unstreitig sehr viel zur Belebung des Geschmackes an unserer Wissenschaft in England beigetragen.

Aufserdem war aber auch W. Smith rastlos bemüht gewesen, durch mehr als 20jährige Forschungen das Material zu einer schon sehr vollkommnen geognostischen Karte von ganz England zusammenzubringen, und nach vielen Hindernissen, welche gröfstentheils in den beschränkten Verhältnissen des Verfassers ihren Grund hatten, gelang es endlich, 1815 diese Arbeit herauszugeben. Er fügte später (1817) diesem Werke ein sehr genau bearbeitetes Schichten-Profil queer durch ganz England vom Snowdon in Wales bis zur Meeresküste östlich von London hinzu, welches in mehrere geognostische Lehrbücher, wie in das von D'Aubuisson, aufgenommen worden ist. Es konnte natürlich nicht fehlen, dafs, indem nun die Reihenfolge der Schichten in ihrer ganzen Verbreitung in England bekannt geworden, auch eine Vergleichung derselben mit den auf dem Kontinente beobachteten Verhältnissen erfolgte, und dafs unsere Kenntnisse von der Bildung der Erdrinde durch diese Arbeiten mithin auf eine sehr willkommne Weise vermehrt wurden.

Inzwischen war die Neigung und der Eifer für geognostische Untersuchungen hauptsächlich durch Smith's Beispiel, welcher gezeigt hatte, dafs man auf diesem Wege zu positiven Resultaten gelangen könne, in England rege geworden, so dafs der glückliche und wohl nachahmungswerthe Gedanke, die getrennten Kräfte vereinzelter Beobachter durch eine wissenschaftliche Verbindung zu einem grofsen Zwecke zu vereinigen, mit dem besten Erfolge für die Fortschritte geognostischer Kenntnisse ausgeführt werden konnte. Diese Verbindung war die noch gegenwärtig in grofser Thätigkeit bestehende Geologische Gesellschaft in London (*Geological Society of London*), ein in seiner Art bisher noch unerreicht gebliebenes Vorbild.

Die Stiftung dieser Societät datirt sich vom 13. November 1807. Nachdem eine hinlängliche Zahl werthvoller Beobachtungen zusammengebracht war, begann sie die Herausgabe der Abhandlungen, welche den Gegenstand der Vorlesungen in ihren Versammlungen gebildet hatten, unter dem Titel: *Transactions of the Geological Society of London*. Der erste Band derselben erschien 1811, und seitdem sind fast in jedem Jahre einzelne Abtheilungen gröfserer Bände herausgegeben worden, so dafs die ganze Sammlung gegenwärtig schon neun Bände zählt, welche eine überaus grofse Menge von gesammelten Thatsachen enthalten. Sie betreffen zwar besonders die geognostische Beschaffenheit von England, doch sehr häufig berühren sie auch Gegenstände der Geologie ferner Länder, und hier vorzugsweise der weit entlegenen Kolonien des Mutterstaates. Es gewährt ein lebendiges Interesse bei der Uebersicht dieser Abhandlungen, in dem stets fortschreitenden Werthe derselben, die ununterbrochenen Fortschritte zu erkennen, welche die Ausbildung der Beobachter durch fortgesetzte Untersuchungen und durch freie gegenseitige Mittheilung des Gefundenen gemacht hat. Alle Namen, welche in der neueren geo-

gnostischen Literatur Englands glänzen, sind mit dieser Gesellschaft und ihrer wirksamen Entwicklung auf das engste verbunden, und wir dürfen nur einige der einflufsreichsten Mitglieder hervorheben, welche besonders zur Erreichung der Zwecke dieser Vereinigung beigetragen haben, um die hervorragendsten Gelehrten dieses Faches in England zu nennen.

Der erste Präsident der Gesellschaft, welcher ihrer Errichtung grofse Opfer brachte, war B. J. Greenough, und seinem Eifer gelang es, in wenigen Jahren eine bebedeutend verbesserte und verschönerte Herausgabe der geognostischen Karte von England zu veranstalten; sie führt den Titel: *Geological Map of England and Wales*, 1819, und ist unstreitig noch gegenwärtig das vollkommenste Erzeugnifs eines geognostischen Bildes von einem gleich grofsen Flächenraume.

Nächst Greenough verdient John Webster genannt zu werden, welcher die neueren über der Kreide liegenden Schichten in England zuerst mit gröfserer Genauigkeit untersuchte und so die Mittel darbot, dieselben mit den in neuerer Zeit für unsere Wissenschaft so wichtig gewordenen gleichzeitigen Bildungen der Gegend von Paris und im nördlichen Frankreich zu vergleichen.

Wir nennen ferner mit besonderer Auszeichnung Will. Phillips und W. D. Conybeare, von denen der Erstere, als Mineralog bekannt, manche schätzbaren Beiträge zur Kenntnifs von Cornwall und der Südküste geliefert hat, dann in Verbindung mit dem Letzteren sich ein ausgezeichnetes Verdienst durch eine allgemein übersichtliche Schrift: Umrisse der Geologie von England und Wales

(Outlines of the Geology of England and Wales.)
London 1822,

erworben hat. Der bei weitem gröfste und wichtigste Theil derselben ist von W. D. Conybeare verfafst,

welcher die genaue Kenntnifs des geognostischen Details mit einer scharfen Beobachtungsgabe und einer allgemeinen philosophischen Ausbildung auf das glücklichste verbindet. Diese Schrift enthält eine sehr vollständige Darstellung aller englischen Sekundärschichten, und wird von einer verkleinerten Uebersichts-Karte, so wie von musterhaft gezeichneten Profilen begleitet; der zweite Theil, welcher nach der anfänglichen Absicht die älteren Gebirgs-Bildungen Englands enthalten sollte, dürfte nach einem so langen Zeitraume schwerlich noch die allgemeinen Gesichtspunkte unverrückt finden und daher wohl die Umarbeitung des Ganzen voraussetzen.

Noch müssen wir hervorheben John Mac Culloch, welcher nächst zahlreichen Beiträgen zur Kenntnifs einzelner Theile von Schottland ein höchst reichhaltiges wichtiges Werk über die merkwürdige Gruppe der Hebridischen Inseln geschrieben hat. Es führt den Titel: Beschreibung der westlichen Inseln von Schottland

(A Description of the Western Islands of Scotland.)

3 Bde. London 1819,

und ist besonders reichhaltig an einer Menge von höchst anziehenden Beschreibungen der Verhältnisse älterer vulkanischer Gebirgsarten gegen die Sekundärschichten, welche eine Reihe von Erläuterungen der Grundsätze von Hutton bilden und durch schöne Zeichnungen vollkommner dargestellt werden, als diefs irgend wo anders der Fall ist.

Zu den ausgezeichnetsten Forschern gehört Will. Buckland; denn aufser vielen Beobachtungen über die geologischen Verhältnisse einzelner Theile von England gebührt ihm noch besonders das Verdienst, die geognostische Beschaffenheit von England mit der des Kontinents zuerst in Vergleichung gestellt und besonders zuerst darauf hingedeutet zu haben, dafs sich viele jüngere Schichten Englands (Oolithe, Grünsand und Kreide) mit Bildungen in der Jura-Kette und in den Kalk-Alpen als

gleichzeitig zusammenstellen lassen, was sich durch Merian's und Studer's Arbeiten später so ausgezeichnet bestätigte. Buckland hat ferner mit besonderem Eifer und Erfolg einen speziellen Gegenstand der Geologie kultivirt, nämlich die Kenntnifs der Erscheinungen, welche die genauere Untersuchung der Höhlen darbietet. Das so häufig in den Höhlen bemerkte Vorkommen von den Ueberresten vorweltlicher Landthiere, vorzugsweise von Raubthieren, wie Hyänen, Bären, in Verbindung mit den Knochen anderer zum Theil gröfserer Thiere, veranlafste ihn, die Verhältnisse, unter denen sich dieselben finden, gründlich zu ermitteln, und er hat uns durch eine Reihe sehr scharfsinniger Forschungen bewiesen, dafs viele dieser Thiere einst in diesen Höhlen gelebt haben, dafs sie die Knochen der andern als Beute hineinschleppten, dafs viele Generationen derselben ungestört in ihren Gewohnheiten auf einander folgten, bis sie endlich durch eine Fluth, welche Sand und Schlamm in die Höhlen brachte, die Knochen durcheinander warf, vertilgt wurden. Buckland hat bei diesen Forschungen sogar die fossilen Exkremente der einst hier wohnenden Thiere aufgefunden, mit denen der lebenden sorgfältig verglichen, sie unter der Benennung Coprolithen beschrieben, und damit einen nicht leicht zu übergehenden Beweis für seine Ansichten geliefert. Seine höchst anziehenden, in dieses Gebiet gehörigen Untersuchungen sind grofsentheils enthalten in einem Werke: *Reliquiae diluvianae*, London 1824. Der Versuch, die Existenz einer Sündfluth (*diluvium*) im Sinne der Bibel durch Beobachtungen in der Natur, durch geologische Schlüsse nachzuweisen, erwarb diesem Werke bei einem grofsen Theile der Nation ganz besonders bemerkenswerthen Beifall.

Unter den vielen ausgezeichneten Mitgliedern der geologischen Gesellschaft wollen wir nur noch folgende anführen, welche sich durch den regsten Eifer für die

Wissenschaft und durch die Menge ihrer Leistungen in der neuesten Zeit ganz besonders hervorgethan haben:

H. T. De La Beche; ihm verdanken wir, aufser einer sehr vollständigen Beschreibung der geognostischen Verhältnisse von Jamaika, eine grofse Reihe von detaillirten Untersuchungen einzelner interessanter Gegenden in England, die ein um so gröfseres Interesse gewähren, als der Verfasser eine genaue Kenntnifs von Frankreich, den Schweizer Alpen und einem Theile der Apenninen besitzt und daher ihm die trefflichsten Vergleichungen zu Gebote stehen. Diese Detail-Untersuchungen werden sich übrigens hoffentlich um so mehr noch zu einer Vollständigkeit erheben, als De La Beche begonnen hat seine Beobachtungen auf die von der Militärbehörde herausgegebene grofse Karte von England (*Ordnance Map*) einzutragen. Am bekanntesten hat sich derselbe durch die Herausgabe eines geognostischen Lehrbuches (*Geological Manual*) gemacht, welches in England, wie die rasch einander gefolgten Auflagen zeigen, einen allgemeinen Beifall gefunden hat. Dasselbe enthält auch in der That einen grofsen Schatz von geognostischen Thatsachen, die übersichtlich zusammengestellt sind; es ist in's Deutsche von H. v. Dechen, in's Französische von A. D. M. Brochant de Villiers übertragen.

Adam Sedgwick und Rod. Impey Murchison zeichnen sich übereinstimmend durch die Masse der Beobachtungen aus, welche sie in den letzten Jahren über die mannigfaltigsten Gebirgsverhältnisse in England bekannt gemacht haben, und da sie viele dieser Untersuchungen gemeinschaftlich oder wenigstens ineinandergreifend ausführten, so mag es vergönnt seyn, sie hier zusammen zu erwähnen. Sedgwick hat uns den Englischen Magnesia-Kalkstein (*Magnesian limestone*), von dem schon weiter oben die Rede gewesen, auf eine Weise kennen gelehrt, dafs unmittelbar als Resultat die

Uebereinstimmung dieser Bildung mit dem deutschen Zechstein hervorging; es war ein grofser Gewinn für die geognostische Vergleichung beider Länder, ein so sicheres Anhalten zu finden, von dem aus die richtige Parallelisirung vieler andern Schichten nicht schwer wurde. Die merkwürdigen Verhältnisse der Melaphyre im nördlichen England wurden durch ihn in's Klare gebracht, bestätigt, was Mac Culloch in Schottland beobachtet hatte; das Seegebirge (*Lake Mountains*) von Cumberland, in welchem der Thonschiefer eine grofse Ausdehnung besitzt, wurde untersucht und viele der wichtigsten Verhältnisse dabei beobachtet, welche in genauer Verbindung mit den Thatsachen stehen, welche Studer in den Alpen auffand. Diese auf das gegenseitige Verhältnifs der Schieferung oder Schichtung im Thonschiefer sich beziehenden Thatsachen bilden den Gegenstand weiterer Forschungen, die gewifs nicht ohne wichtige Resultate für die Wissenschaft enden werden. In Gemeinschaft mit Murchison sind die Alpen nicht unbeachtet geblieben, und die kritische Sichtung ihrer Sekundär-Formationen in Tyrol, Salzburg, Oesterreich und Steyermark war das Resultat der angestellten Beobachtungen. Murchison hat sich zuerst durch nähere Bestimmung der Unterabtheilungen des Jura in Nord-England und in Schottland bekannt gemacht und auch hier schon seine treffliche Beobachtungsgabe bewährt; Genauigkeit und Fleifs gehen aus allen Abhandlungen hervor, die wir von ihm besitzen. In der letzten Zeit hat er sich mit der Grauwacken-Formation im westlichen Theile von England beschäftigt; interessante Wahrnehmungen und Schlüsse waren die Folge dieser Untersuchungen, von denen erst Andeutungen, nicht das Ausführliche, veröffentlicht worden sind. Diese beweisen jedoch schon, dafs diese älteste, mit Thierresten begabte Formation in zwei Abtheilungen müsse gebracht werden; ein Resultat, zu dem, wie wir weiter unten sehen wer-

den, auf einem ganz verschiedenen Wege auch Elie de Beaumont gelangt ist. Eine ältere, welche das Cambrische Schichtensystem genannt wurde, und die, wenn nicht in dem Norden Europa's weit verbreitet, nur selten noch die Oberfläche berührt, sich vielmehr unter jüngeren Schichten verbirgt, und eine jüngere, welche den Namen des Silurischen Schichtensystems erhalten hat, und zu denen die meisten der bekannten Grauwacken- und Thonschiefergebirge von Mittel-Europa und namentlich die deutschen zu gehören scheinen. Diese Untersuchungen, von einer einzigen Lokalität ausgegangen, werden eine ganz allgemeine Wichtigkeit erlangen, und es ist nur zu hoffen, dafs die Bekanntmachung nicht zu lange verschoben werde.

Charles Lyell hat sich einen Anspruch auf einen ehrenvollen Platz unter den Geologen Englands durch die Herausgabe eines gröfseren theoretischen Werkes über die Wissenschaft erworben, welches unter dem Titel: „Grundsätze der Geologie" *(Principles of Geology)* die glänzendste Aufnahme gefunden hat. Die Auflagen folgten rasch auf einander, und reichten noch nicht hin, dem Verlangen nach diesen Betrachtungen zu genügen. Es werden darin die bisher beobachteten Thatsachen, denen der Verfasser noch manche neue hinzugefügt hat, auf eine Weise dargestellt, die von dem früheren Gange der Betrachtungen sehr abweicht. Die Veränderungen, welche gegenwärtig auf der Erdoberfläche sich noch zutragen, und die Ursachen, welche sie hervorrufen *(existing causes)*, werden auf das genaueste geprüft und mit dem verglichen, was das Innere der Gebirge darbietet, und daraus der Schlufs gezogen, dafs sich alle hier aufgefundenen Erscheinungen aus der Annahme erklären lassen, nur diese Veränderungen und ihre Ursachen seyen auch in früheren Perioden thätig gewesen. Gegen diese Folgerung haben sich viele Gelehrte mit triftigen Gründen erhoben, und wenn auch

die Ansichten von Lyell in dieser Beziehung nicht allgemein Anerkennung finden sollten, so kann ihm doch das Verdienst nicht streitig gemacht werden, die Aufmerksamkeit auf viele Erscheinnngen hingelenkt, welche derselben bis dahin entzogen waren, und eine neue kräftige Anregung in die Wissenschaft gebracht zu haben, welche nicht verfehlen wird noch in der Zukunft reiche Früchte zu tragen.

Die Kenntnifs der Versteinerungen endlich ist in England in neuerer Zeit mit grofser Vorliebe gepflegt worden, und unter den ihr besonders gewidmeten Schriften verdienen vorzugsweise Auszeichnung:

***Parkinson** Organic Remains of a former World.* T. I — III.

***J. Sowerby** Mineral Conchology of Great Britain.*

Für die Kenntnifs der fossilen Pflanzen aus den englischen Gebirgsbildungen, dem Kohlengebirge und der Oolithenreihe ist neuerdings ein bedeutendes Werk begonnen worden:

John Lindley und ***Will. Hutton** Fossil Flora of Great Britain.* 1833.

Die Arbeiten von G. Mantell, besonders die Geologie von Sussex, enthalten viele treffliche Bemerkungen über die Versteinerungen der Kreide und die zwischen derselben und den Oolithen im südöstlichen Theile von England vorkommenden merkwürdigen Gebirgsbildungen, welche unter der Benennung *Weald-* (Wälder-) Formation bekannt geworden sind.

Nachdem wir die Fortschritte der Geognosie in neueren Zeiten in England betrachtet haben, bleiben gegenwärtig nur noch die Vervollkommnungen derselben in Frankreich zu erwähnen übrig, und wir beginnen diese Betrachtung am passendsten mit der allgemeinen Bemerkung, dafs in nur wenig zurückliegenden Zeiten

der beobachtende Theil der Geognosie (der empirische) bei den Franzosen verhältnifsmäfsig nur wenig Beifall und Eingang gefunden hat. Die Verhältnisse von Frankreich waren in einer Zeit, welche das Praktische und der technischen Anwendung Fähige obenan stellt, um daran wissenschaftliche Untersuchungen zu knüpfen, auch der Anstellung von geognostischen Untersuchungen bei weitem nicht so günstig, als die Verhältnisse in Deutschland und England, in welchen der Bergbau schon früh vielfache Aufforderung zu genauen geognostischen Studien darbot. Die Lebhaftigkeit des Geistes der Nation zog auch ihre Naturforscher zu den glänzenden und scharfsinnigen Spekulationen, welche in der Geologie, besonders so lange als es an einer hinlänglichen Zahl wohlbegründeter Thatsachen fehle, einen so verführerischen Gegenstand ausmachen.

So zeichnen sich daher auch unter den Leistungen der französischen Geognosten ganz besonders anziehende geologische Spekulationen aus; die grofsartigsten und überraschendsten in diesem Gebiete sind entschieden die von Buffon, deren wir schon oben erwähnt haben. In demselben Sinne suchte später De Lametherie in seiner *Théorie de la Terre.* Tom. I — V. 1797, eine allgemeine theoretische Betrachtung von den Bildungsverhältnissen unseres Erdkörpers zu liefern; seine Ansichten aber standen denen von Buffon bei weitem an Vollendung und Originalität nach; unter den Thatsachen welche er zu ihrer Begründung aufstellte, ist Wahres und Falsches unkritisch durcheinander geworfen, und der einzige ihm eigenthümliche, sogleich aber auch durch die Anschauung der Natur widerlegte Gedanke ist der, dafs die Berge in den Grundzügen ihrer mannigfach eckigen und spitzen Gestaltung durch die Wirkungen der Krystallisationskraft entstanden, wie Reste von riesengrofsen Krystallen zu betrachten seyen. Brauchbar würde in diesem Werke die reichhaltige Anführung von geologisch-

histo-

historischen Bemerkungen seyn, wenn nicht auch diese, wie sich bei genauerer Betrachtung ergiebt, theilweise ohne scharfe Kritik aus mangelhaften Quellen entnommen wären.

Unter den beobachtenden Geognosten von Frankreich ist der erste, welchen wir aus der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts hervorzuheben haben, Faujas de St. Fond, Mitglied der Pariser Akademie, lange Zeit hindurch fast der Einzige seiner Landsleute, welcher sich diesen Forschungen hingab. Ihn beschäftigte mit ganz besonderer Vorliebe das Studium der vulkanischen Erscheinungen; er war dazu angeregt durch die Beobachtung der so merkwürdigen und zahlreichen erloschenen Vulkane im südlichen Frankreich, deren so deutliche Entwicklung in allen Verhältnissen dafür spricht, dafs dieselben in dem gegenwärtigen Zustande der Schöpfung, wenn gleich in vorgeschichtlichen Zeiten, eine Periode bedeutender Thätigkeit gehabt haben. Faujas verdanken wir die erste sorgfältige Beschreibung derselben, in einem mit schönen Zeichnungen und allgemein geologischen Bemerkungen reichlich ausgestatteten Werke:

Recherches sur les Volcans éteints du Vivarais et du Velay. Grenoble 1778. Folio.

Er machte nach diesen Untersuchungen zahlreiche gröfsere Reisen, hauptsächlich in der Absicht, die vulkanischen Erscheinungen anderer Länder zu studiren und sie mit denen im südlichen Frankreich zu vergleichen. So begab er sich nach Italien; von dort verdanken wir ihm einige ausführlichere Nachrichten über den Vesuv und den Aetna. Er war einer der Ersten, welche auf die den südfranzösischen so ähnlichen erloschenen Vulkane der Eifel auf dem linken Rhein-Ufer aufmerksam machten; er studirte mit grofsem Eifer nicht nur die Verhältnisse der Basalte am Rheine, sondern auch vieler andern Basaltberge Deutschlands, namentlich

der Basalte in Hessen, unter welchen sich der Meifsner so sehr durch die Verbindung auszeichnet, in welcher sich an ihm wie in seinen Umgebungen der Basalt mit Kohlenlagern einer sehr jungen Formation findet.

Faujas unternahm, um diesen Gegenstand so weit als möglich zu verfolgen, eine Reise nach Schottland und Irland. Er lieferte wohl die ersten ausführlichen Nachrichten über das Auftreten der mächtigen Basaltmassen in den Hebridischen Inseln, auf Staffa, wo die Fingals-Höhle so berühmt ist, auf Sky und Mull; er besuchte die ihrer grofsartigen Basaltsäulen wegen so bekannt gewordenen Küsten der Grafschaft Antrim im nördlichen Irland, und er hat von der Bildung derselben die ersten genaueren Notizen und Abbildungen gegeben, welche seitdem immer von Neuem wiederholt und kopirt wurden.

Seine Vorstellungen von der Bildung der Basalte waren, wie es nach diesem Entwicklungsgange nicht wohl anders seyn konnte, ganz entschieden vulkanistisch; er hat sich darüber in ausführlichen Abhandlungen ausgesprochen, da indefs in jener Zeit gerade die neptunische Entstehungsweise der Basalte von Werner mit überwiegendem Scharfsinne vertheidigt und von den meisten seiner Zeitgenossen für die wahrscheinlichere gehalten wurde, so fanden seine Bemühungen und Ermittelungen anfänglich wenig Anerkennung. Da aufserdem in einzelnen seiner Beobachtungen Unzuverlässigkeiten nachgewiesen wurden, so war man geneigt, ihm im Allgemeinen weniger Glauben beizumessen, als er, wie sich später gezeigt hat, verdient hätte.

Wir besitzen von diesem thätigen Beobachter noch eine ausführliche Arbeit über den, seines Reichthumes an Versteinerungen wegen, so merkwürdigen Petersberg bei Maestricht, Abhandlungen über die kölnische Umbra-Erde, über die Gegend von Oberstein und endlich eine besonders durch die vulkanistischen Ansichten über Entstehung der Trappe, Basalte, Porphyre ausge-

zeichnete Geognosie (*Essai de Géologie. Tome I—III.* 1803—11).

Faujas Zeitgenosse war J. Deodat Dolomieu, ein ausgezeichneter Beobachter, welcher auf wiederholten Reisen in Italien sich ebenfalls dem Studium der Vulkane widmete. Er hatte sich vorzugsweise eine genauere Erforschung der vulkanisch gebildeten Inseln, welche Italien und Sicilien umgeben, zum Gegenstande seiner Forschungen gewählt, und wir verdanken ihm daher auch die ersten ausführlichen Nachrichten über die Liparischen und die Ponza-Inseln. Der Vesuv und der Aetna entgingen seiner Aufmerksamkeit nicht, und wir besitzen von ihm nicht nur das erste einigermafsen vollständige Verzeichnifs von den Produkten des letztern, sondern auch eine grofse Sammlung von schätzbaren Nachrichten über die Wirkungen der Vulkane, die Verschiedenartigkeit ihrer Erzeugnisse, über die Hitze, welche die fliefsende Lava besitzt, welche zum Theil selbst Veranlassung zur Entwicklung sehr eigenthümlicher Ideen gegeben haben. Dolomieu war der Erste, welcher darauf aufmerksam machte, dafs die Vulkane im südlichen Frankreich aus dem sogenannten Urgebirge, aus dem Granit hervorbrechen, und diese Wahrnehmung ward, wie wir bereits gesehen haben, so trefflich von L. v. Buch benutzt, um zu zeigen, dafs die Vorstellungen Werner's von den Bildungs-Ursachen der Vulkane nicht die richtigen seyn können.

Die Wirkungen der Lehre Werner's wurden erst nach Faujas und Dolomieu, dann aber in der That in bedeutendem Grade in Frankreich empfunden; der Erste, welcher dort unbedingt die deutschen geognostischen Ansichten aufnahm und nach den von Werner festgestellten Grundsätzen beobachtete, war Brochant de Villiers. Die Anwendung dieser neuen Methode machte sich bei ihm sogleich durch eine einflufsreiche Beobachtung bemerkbar. Er hatte nämlich Gelegenheit, durch

eine sorgfältige Beobachtung der Lagerungs-Verhältnisse (1808) die Entdeckung zu machen, dafs ein grofser Theil der Gebirgsarten in den savoyischen Alpen, in der Tarentaise, nicht so alt sey als man geglaubt hatte; denn er fand hier Glimmerschiefer mit körnigem Kalkstein, Quarzfels, Serpentin auf Versteinerungen führenden Schiefern und Kalksteinen gelagert *), und so zeigten sich denn die Beobachtungen, welche zuerst in der Umgegend von Christiania von L. v. Buch gemacht waren, nach und nach an mehreren Punkten des Kontinents von Europa bestätigt. Lange Zeit hindurch waren in dieser Beziehung Christiania, die Gegend von Dresden und die Tarentaise die drei einzigen Stellen, von welchen diese neue Thatsache bekannt war, und sie wurden deshalb mit besonderer Aufmerksamkeit behandelt.

Vollkommen aus der Wernerschen Schule hervorgegangen sind ferner die Leistungen eines andern ausgezeichneten Geognosten, von D'Aubuisson de Voisins. Früher in Freyberg selbst Schüler von Werner, hat er die letzten Ergebnisse der Vorträge des Lehrers in dem Werke: *Traité de Géognosie.* 2 Theile, 1819, niedergelegt, welches eine grofsentheils sehr zweckmäfsig und klar geordnete Uebersicht der damals bekannten Thatsachen über die Bildung der Erdrinde enthält. Von diesem Werke ist selbst noch jetzt ganz besonders der erste Theil zu rühmen, welcher das Allgemeine von der Beschaffenheit unseres Erdkörpers, Gestalt, Gröfse desselben, Vertheilung, Beschaffenheit und Veränderungen der Gebirgszüge enthält, und daher auch mit den durch die neueren Beobachtungen herbeigeführten Verbesserungen neu herausgegeben worden ist (1828). Im zweiten Theile sind die Abschnitte über die geschichteten Ge-

*) *Observations géologiques sur des terrains de transition dans la Tarentaise et autres parties de la chaîne des Alpes*, im *Journal des mines, tome XXIII. p.* 321—380.

birgsarten mangelhaft; bedeutend vollständiger sind die krystallinischen Gesteine, Granit, Porphyr, Grünstein, behandelt, und besonders interessant sind die Darstellungen der Basalt- und Trachyt-Bildung.

In Beziehung auf die Basalte war D'Aubuisson in früheren Zeiten ein entschiedener Anhänger der neptunischen Bildungshypothese Werner's gewesen; er hatte im Jahre 1803 ein eigenes Werk unter dem Titel: ***Mémoire sur les Basaltes de la Saxe*** geschrieben, was heute noch die vollständigsten Nachrichten über die sächsischen Basalte enthält, und worin er sich eifrig bemühte, der Ansicht Werner's auch in Frankreich Eingang zu schaffen. Dort war man indeſs durch die Beobachtung der Natur bereits zu sehr von der vulkanischen Entstehungsweise der Basalte überzeugt, als daſs man für die entgegengesetzten Ansichten noch hätte Empfänglichkeit zeigen sollen. D'Aubuisson wurde nach seiner Rückkehr aus Freyberg durch die Bergwerksbehörde, der er angehörte, zu einer Reise in die Auvergne veranlaſst, und dort änderte er vollständig seine Ansichten über diesen Gegenstand; wir finden daher darüber in seinem geognostischen Lehrbuche äuſserst anziehende, für die Geschichte unserer Wissenschaft wichtige Diskussionen.

Unter den gleichzeitig mit D'Aubuisson beobachtenden Geognosten zeichnete sich in Frankreich Heron de Villefosse noch durch den speziellen Gegenstand seiner Studien aus. Er hatte sich in Deutschland mit dem Bergbau und dem Hüttenwesen auf das Genaueste bekannt gemacht, und leistete in diesen Zweigen sehr viel für Frankreich, dessen Mineral-Industrie sich erst in diesem Jahrhundert zu einem höhern Flor entwickelt hat. Er studirte mit besonderer Vorliebe die Verhältnisse der Lagerstätten nutzbarer Fossilien in verschiedenen Ländern; über das Vorkommen der Metalle, der Steinkohlen und des Salzes in England, Frankreich, Deutschland und in den Alpen hat er

eine grofse Menge der schätzbarsten Nachrichten gesammelt, und mit Hinzufügung vieler eigenen Beobachtungen in einem klassischen Werke vollständig bekannt gemacht, welches den Titel führt:

De la richesse minerale, ou Considérations sur les mines, usines, salines etc. Vol. I. 1810. *II. et III.* 1819.

Der reich ausgestattete Kupferstich-Atlas ist ganz besonders wegen der Darstellung vieler Verhältnisse dieser Lagerstätten, der Kohlenmulden, der Gangverwerfungen nützlich und empfehlenswerth. Die politischen Verhältnisse Frankreichs zu Deutschland hatten Villefosse auf längere Zeit in das vormalige Königreich Westphalen geführt; er hat sich hier nicht allein durch eine umsichtige Verwaltung ein bleibendes Verdienst um den Bergbau des Harzes erworben, sondern er hat auch das wissenschaftliche Studium dieses interessanten Gebirges mit regem Eifer gefördert; er bearbeitete von demselben ein mit grofser Genauigkeit ausgeführtes Nivellement *). Er entwarf eine noch jetzt sehr wichtige Karte dieses Gebirges, welche die Verbreitung der reichhaltigen Erzgänge mit einem Blicke übersehen läfst, etwas, was früher schon v. Trebra in seinen Erfahrungen vom Innern der Gebirge, 1785, für die Umgebungen von Clausthal und Zellerfeld ausgeführt hatte.

Während von diesen und mehreren anderen Forschern die Geognosie in dem Sinne Werner's durch neue und gründliche Beobachtungen gefördert wurde, gelang es zwei ausgezeichneten Gelehrten, durch anhaltende Forschungen auf französischem Gebiete unserer Wissenschaft eine neue Seite abzugewinnen und einen ganz neuen Theil zu derselben hinzuzufügen, dessen Studium später von vielen Seiten erweitert äufsert erfolgreich ge-

*) Gilbert's Annal. Bd. 28. S. 49—112.

worden ist. Diese beiden Männer waren Georges Cuvier und Alex. Brongniart.

Der Erstere, sich den gröfsten Gelehrten seiner Zeit anreihend, hat besonders um den zoologischen Theil der Naturgeschichte sehr grofse Verdienste sich erworben, und bei der sehr günstigen Gelegenheit in der unmittelbaren Nähe von Paris beschäftigte er sich mit anhaltendem Eifer mit den Resten vieler untergegangenen Landsäugethiere. Er brachte in diefs Studium einen solchen Grad von Schärfe und Vollkommenheit, dafs man in den Stand gesetzt wurde, durch die Beobachtung einzelner wichtigeren Knochen, namentlich von Zähnen, genau die Thierart bestimmen zu können, von welcher dieselben herrührten; das Studium der Skelette ward von ihm zur höchsten Vollendung gebracht, und sein Eifer ward durch die Entdeckung von nahe an 90 Arten von Landsäugethieren belohnt, von welchen mehr als 70 zum Theil von den ausgezeichnetsten Formen und Bildungen als zu untergegangenen Arten gehörig erkannt wurden, welche in nicht weniger als vierzig ganz neuen, der antediluvianischen Zoologie gewonnenen, Gattungen vertheilt waren. Er machte seine Forschungeu bekannt in dem klassischen Werke: ***Recherches sur les Ossemens fossiles etc. Tome I—V. 2e édit.*** 1812—1824.

Von sehr hohem Interesse sind auch die allgemein geologischen Resultate dieser Arbeit. Es fand sich nämlich dabei, dafs fast alle diese Thiere, mit ganz unbedeutenden Ausnahmen, nach dem Gesetz einer stetigen Reihenfolge in der Entwicklung der Organisation während der fortschreitenden Bildungen der Erdrinde erst sehr neuen Ursprunges seyen, und dafs sie sämmtlich erst in Schichten vorkommen, welche jünger sind als die Bildung der Kreide. Nun aber kannte man damals nach den Grundsätzen Werner's noch keine jüngere, einigermafsen bedeutende und verbreitete Gebirgsschicht als eben diese, und so wurden denn bei dieser Veranlassung

in Frankreich, zunächst in der Umgegend von Paris, sehr ansehnliche und weit verbreitete Gebirgs-Bildungen aufgefunden, welche bestimmt neuerer Entstehung waren.

Diese Gebirgs-Bildungen, welche später auch in England und Italien, im Alpengebiete in grofser Ausdehnung angetroffen wurden, zeigten bei näherer Untersuchung einen äufserst merkwürdigen Wechsel von den Produkten wiederholter Meeresbedeckungen und von den Produkten süfsen Gewässers und des Festlandes, und man glaubte ihnen daher den besondern Namen Tertiär-Formationen beilegen zu müssen. Um nun alle diese Erscheinungen genauer zu erforschen, verband sich Cuvier mit dem die Lagerungsverhältnisse und die Verbreitung dieser Formation erforschenden Geognosten Alex. Brongniart, welcher zugleich mit grofser Genauigkeit die fossilen Reste der karakteristischen Schaalthiere der Kreide studirte und sie mit denen der neu entdeckten jüngeren Formation in Vergleichung stellte. Es eröffnete sich durch diese Studien höchst überraschend eine fast ganz neue Welt grofsentheils untergegangener Ueberreste des Thierreichs; das Studium der Versteinerungen und namentlich der jüngsten Bildungs-Vorgänge unserer Erdoberfläche erhielt dadurch einen neuen Reiz und eine feste Stütze durch die zu einem hohen Grade der Genauigkeit geführten Resultate dieser Entdeckungen, welche sich in einem eigenen Werke vereinigt finden:

Georges Cuvier et Alex. Brongniart Essai sur la Géographie minéralogique des environs de Paris. **1811,**

der Basis für alle späteren Entdeckungen in diesem neu kultivirten und den Franzosen eigenthümlichen Zweige der Gebirgskunde ist.

Wir besitzen aufserdem von Alex. Brongniart theils aus früherer, theils aus späterer Zeit einige für die Geognosie wichtige Beiträge; namentlich hatte auch er

fast um dieselbe Zeit, in welcher die Forschungen v. Raumer's über den jüngern Granit im Erzgebirge angestellt wurden (etwas später s. *Journal des mines No.* 206. *p.* 109. *Leonh.* 1816. *p.* 534.), Gelegenheit die Entdeckung eines solchen jüngeren Granites im Cotentin an den Küsten der Normandie, in der Umgebung von Cherbourg zu machen; es zeigte sich derselbe hier theils abwechselnd, theils aufgelagert auf einem mit dichten Kalksteinen wechselnden Thonschiefer, welcher Reste von Pflanzen und Krinoideen enthielt; dasselbe Verhältnifs wurde später in sehr ansehnlicher Verbreitung von Omalius d'Halloy nachgewiesen.

Das Studium der Versteinerungen und besonders der Schaalthier-Reste in den jüngeren Bildungen blieb übrigens für Brongniart stets die fruchtbarste Beschäftigung, und die Entdeckung derselben an mehreren sehr hoch gelegenen Punkten der Alpen, wie an den Diablerets bei Bex zwischen 6000 und 7000 Fufs Meereshöhe, war von grofsem Nutzen für die Wissenschaft; über das Vorkommen von Konchylien sehr neuer Bildung im nördlichen Italien besitzen wir von ihm eine klassische Arbeit:

Mémoire sur les terrains de sediment supérieurs calcaréo-trappéens etc. du Vicentin, 1823,

welche besonders wegen ihrer guten Abbildungen immer schätzbar bleiben wird.

In neuester Zeit hat Brongniart mit weniger Glück kurz nach einander drei sehr vermehrte Ausgaben einer *Classification et Caractères minéralogiques des roches* (die letzte 1830) herausgegeben, worin er die Aufstellung einer ganz neuen Terminologie versucht, die jedoch keinen Eingang gefunden hat und bald ganz in Vergessenheit gerathen dürfte. Wir finden in diesem Werke die Gebirgsarten nur nach ihren mineralogischen Karakteren, nicht nach ihren Altersverhältnissen angeführt, und dabei zugleich nach den unbedeutendsten Varietäten in unzählige Un-

terabtheilungen voll sinnverwirrender Namen gespalten, welche die Uebersicht erschweren und oft den Uebelstand herbeiführen, dafs ein und derselbe Name für geognostisch ganz verschiedene Gebirgsarten aus den verschiedensten Altersverhältnissen gebraucht wird.

Dagegen ist die zuerst von Cuvier und Brongniart so glücklich eröffnete Bahn der Kenntnifs der jüngsten Gebirgsbildungen mit besonderer Rücksicht auf ihre Versteinerungen noch von vielen französischen Naturforschern mit ausgezeichnetem Erfolge betreten worden.

Unter denen, welche sich in dieser Beziehung besonders ausgezeichnet haben, nennen wir vorzugsweise J. Bapt. de Lamarck. Ausgezeichnet als Konchyologe, hat er um die Klassifikation der noch lebenden und fossilen Schaalthiere grofse Verdienste, da er der Einzige unter den neueren ist, welcher diesen Gegenstand seit Linné's versuchten Eintheilungen in wahrhaft philosophischem Geiste auffafste, und die unendlichen Reichthümer, welche durch neuere Forschungen in den Pariser Sammlungen aufgehäuft waren, wissenschaftlich ordnete. Er beschäftigte sich überdiefs speziell mit den Versteinerungen der Tertiär-Formation von Paris, welche er, so weit sie ihm bekannt wurden, in einer Reihe von Abhandlungen in den *Annales du Musée d'histoire naturelle* beschrieb und abbildete; diese Abbildungen sind später zusammengedruckt worden unter dem Titel:

Recueil des Planches des Coquilles fossiles des environs de Paris, 1823,

und bilden eine zur Kenntnifs dieser Versteinerungen höchst nützliche Sammlung.

In derselben Richtung ausgezeichnet ist Defrance, welcher hauptsächlich durch das Veranstalten der gröfsten und reichhaltigsten Sammlung fossiler Gegenstände zur Förderung dieses Studiums beitrug, und daher für

eine grofse Zahl von Arten beständig als Autorität genannt wird. Wir besitzen von ihm ein kleines Werk:

Tableau des corps organisés fossiles. Paris 1824,

welches in tabellarischer Form eine Uebersicht aller ihm bekannten Fossilien enthält, und zwar in grofsen Abschnitten nach den Formationen vertheilt; es ergiebt sich daraus, dafs die Zahl aller ihm bekannt gewordenen, in den verschiedenen Schichten der Erdrinde vorkommenden, fossilen Reste aller Thierklassen von den Säugethieren bis zu den Zoophyten nicht weniger als 3663 Arten beträgt, eine Zahl, welche seitdem noch mit grofser Schnelligkeit vermehrt worden ist. Defrance hat dieser tabellarischen Uebersicht zugleich noch einige sehr schätzbare Bemerkungen über das Vorkommen einzelner fossilen Arten, über die Art der Versteinerung hinzugefügt.

Nichts kann indefs wohl deutlicher zeigen, zu welchen Aufklärungen dieses von den französischen Geognosten mit so grofsem Eifer ergriffene Studium geführt hat, und welch einen Grad von Ausdehnung es in wenigen Jahren erlangte, als der Erfolg der neuesten Arbeiten von Deshayes, welcher unstreitig unter den noch lebenden Naturforschern auf den Namen des ausgezeichnetsten Kenners der fossilen Konchylien Anspruch machen darf. Er hat seine Studien vorzugsweise auf die Untersuchung der fossilen Reste aus der Klasse der Mollusken, welche in den Tertiär-Formationen vorkommen, beschränkt, und weniger auf diejenigen ausgedehnt, welche sich in den älteren Gebirgsschichten finden. Diese sind unter allen Thierresten am häufigsten und verbreitetsten, gewähren zur Vergleichung der Altersverhältnisse der Gebirgsarten die bedeutendsten Resultate und sind daher für Geognosie in gewisser Hinsicht die wichtigsten. Wir verdanken ihm ein ungemein fleifsiges Werk über die Schaalthiere der Tertiär-Formation von Paris:

Description des Coquilles fossiles des environs de Paris,

welches fortgesetzt werden soll, und dazu bestimmt ist, eine Beschreibung aller ein- und zweischaaligen Muscheln der Pariser Beckenbildung zu liefern. Dasselbe ist noch nicht vollendet, jedoch wissen wir vorläufig, dafs die Zahl aller ihm aus dieser Formation bekannten fossilen Muscheln nicht weniger als 1122 Species beträgt.

Deshayes hat ferner eine Arbeit unternommen, der ein für das Studium der Wissenschaft sehr nützlicher Gedanke zum Grunde liegt, indem er die besonders karakteristischen Muschel-Arten aller Formationen beschrieben und abgebildet hat. Er hat dieselben herausgegeben unter dem Titel:

Description de coquilles caractéristiques des terrains, 1831, eigentlich als den 2ten Theil von

Rozet Traité de Géologie,

aber auch abgesondert zu benutzen; leider ist diese Arbeit nur sehr unvollständig ausgefallen, denn die Zahl der abgebildeten Arten, wozu noch einige Echinodermen und Zoophyten gehören, beträgt kaum 80, deren Wahl in Beziehung der ältern Gebirgsformationen nicht immer eine glückliche genannt werden kann. Nach dem, was durch die ersten bereits erschienenen Hefte der ***Lethaea geognostica*** von H. Bronn für diesen Gegenstand geleistet worden ist, steht zu hoffen, dafs hierdurch diese Stelle unter den geognostischen Hülfswerken trefflich wird ausgefüllt werden.

Das Bedeutendste, was in neuerer Zeit für diesen Theil der Versteinerungskunde geleistet worden ist, zeigt die neueste unter den Arbeiten von Deshayes, welche in den letzten Band von Lyell's Grundsätzen der Geologie aufgenommen ist, und von welcher ich eine kurze Uebersicht hierhersetze, um zu zeigen, wie weit das Studium der Tertiär-Formation bisher vorgeschritten ist. Deshayes hat in dieser Arbeit die fossilen Schaalthiere der Tertiär-Formation aller Länder Europa's verglichen, die Zahl der von ihm genau untersuchten Arten, welche auch

in Beziehung auf ihren Fundort mit Bestimmtheit gekannt ist, beträgt hiernach die beträchtliche Summe von 3036. Er vergleicht dieselben zunächst genau mit den noch lebenden Konchylien-Arten aller Meere, welche sich unter den Schätzen der Sammlungen von Paris finden und deren Zahl sich auf nicht mehr als 4780 beläuft. Diefs gewährt eine treffliche Uebersicht von dem Konchylienreichthum des nächstvorweltlichen Meeres, von dessen Produkten wir doch nur wenig engbegrenzte Stellen und zwar unter erschwerenden Umständen kennen.

Bei der Vergleichung der lebenden Arten mit den fossilen ergaben sich aber noch andere merkwürdige Eigenthümlichkeiten. Es zeigt sich nämlich, dafs sich in dieser Beziehung unter allen bekannten Tertiär-Bildungen drei wesentlich von einander verschiedene Hauptgruppen unterscheiden lassen, welche in ihren Karakteren sich immer mehr von denen der noch fortdauernden Epoche entfernen, da sie immer weniger von den noch lebenden Arten mit den bereits untergegangenen gemeinschaftlich enthalten, und welche auch zum Theil durch streng geschiedene Grenzen in den Lokalitäten des Vorkommens sich trennen. Diese Gruppen haben eigenthümliche Benennungen erhalten, nämlich:

1) Die Pliocene-Formation (von πλεῖων, *major*, mehr, und καινός, *recens*, frisch); sie begreift die Tertiär-Bildungen von fast ganz Italien, die sogenannte Subapenninen-Bildung von Parma, Toscana, Sicilien, einige Bildungen im südlichen Frankreich, Nizza, Perpignan, den englischen Crag, und es zeigt sich, dafs von den ihr zugehörigen Muscheln wenigstens $\frac{1}{3}$ oft $\frac{1}{2}$ ja selbst zuweilen bis $\frac{9}{10}$ unter den lebenden noch vorhanden sind; die jüngsten Schichten derselben gehen geradezu in die noch gegenwärtig unter dem Einflusse der Meere sich fortbildenden Schichten über. Ganz besonders ausgezeichnet sind in dieser Beziehung die Pliocen-Bildungen Siciliens; denn dort fand man unter

226 bekannt gewordenen fossilen Muschel-Arten nur 10, welche sich nicht mehr unter den lebenden finden, ungeachtet diese Bildungen an vielen Punkten in einer Erhebung von nicht weniger als 3000 Fufs über dem heutigen Meeresspiegel liegen.

2) Die Miocene-Formation (von *μεῖων, minor*, weniger) begreift die Tertiär-Bildungen eines Theiles von Nord-Italien, nämlich die Superga bei Turin und das Thal der Bormida in Piemont, das Becken von Wien, wahrscheinlich den gröfsten Theil von den Schweizer Molassen und endlich die so versteinerungsreichen Gegenden von Bordeaux und Dax an dem Nordabhange der Pyrenäen; unter ihren fossilen Muscheln sind etwas über 18 pro Cent oder $\frac{1}{5}$ noch lebende Arten, sie besitzt 176 lebende Arten und 196 Arten mit der vorigen gemeinschaftlich.

3) Die Eocene-Formation (von *ἠώς* Morgenröthe, Beginn), begreift vorzugsweise die Tertiär-Becken von Paris und London, und einige im mittleren Frankreich, in der Auvergne, im Velay. Von ihren fossilen Muscheln ist nur $\frac{1}{30}$ etwa noch lebend (von 1238 Arten sind es 42, und von den bei Paris bekannten 1122 Arten leben in der gegenwärtigen Periode nur noch 38).

Einer ferneren Untersuchung ist die Ermittelung vorbehalten, ob diese drei Abtheilungen wirklich verschiedenen Alters sind, oder ob sie, wie es mir durch eigne Beobachtungen in Sicilien sehr wahrscheinlich wird und wie es auch die neueren Bemerkungen von L. v. Buch und Hansmann *) zu beweisen scheinen, in getrennten Becken gleichzeitig sich ausgebildet haben. Denn es konnten leicht schon in jener nächstvorweltlichen Periode sich klimatische Verschiedenheiten in verschiedenen Gegenden

*) Karsten's Archiv für Mineral. II. S. 128. 1830, und Götting. Studien III. S. 315.

der Erde zeigen, oder die von einander gesonderten Meeresbecken konnten gleichzeitig verschiedene Produkte führen. Aeufserst merkwürdig übrigens bleibt es, dafs unter den noch fortlebenden Arten dieser Abtheilungen diejenigen, welche der Pliocen- und Miocen-Bildung angehören, in den benachbarten Meeren wie in dem mittelländischen, adriatischen Meere vorkommen, dagegen von den 42 noch fortlebenden der Eocen-Fossilien die Hälfte gegenwärtig nur noch unter den Tropen lebt, die andere fast ausschliefslich in südlicheren Breiten, als ihr vormaliger Fundort. Nur einige wenige, wie z. B. die allgemein verbreitete *Lucina divaricata*, machen davon eine Ausnahme, indem sie gegenwärtig lebend noch von der temperirten Zone bis zu den Aequatorial-Gegenden vorkommen und Biegsamkeit genug besessen haben, an Ort und Stelle die letzten Revolutionen überleben zu können, welche unsere Erdrinde erlitten hat *). Endlich ist noch als ein wichtiges Resultat anzuführen, dafs nach den genauern Untersuchungen Deshayes keine einzige Muschelart aus älteren als Tertiär-Schichten mit den noch lebenden übereinstimmt, wie Defrance von einem *Trochus* und einigen Terebratel-Arten geglaubt hatte **), die Engländer von *Vivipara*, *Cyclas* etc. im Weald-Thone (Fitton); es scheint indefs hier ein Irrthum zu walten. Uebrigens beträgt die Zahl der uns bis jetzt bekannten vortertiären Konchylien-Arten nach einer ungefähren Schätzung der in De La Beche's Handbuche vorhandenen Verzeichnisse etwa 1900 (wovon 1110 zweischaalige und 790 einschaalige).

Wir übergehen die Leistungen vieler andrer Naturforscher in diesem Zweige der Wissenschaft, um noch

*) 17 Species sind nach Deshayes allen Tertiär-Abtheilungen gemein, und von diesen sind 13 noch unter den gegenwärtig lebenden.

**) *Tableau des corps organ. fossiles. pag.* 63.

das hervorzuheben, was neuerlichst in Frankreich für die Kenntniſs der fossilen Pflanzen geschehen ist. Dieses in Deutschland zuerst durch die Bemühungen von v. Schlotheim und durch Graf Caspar v. Sternberg begründete Studium hat in Frankreich einen sehr eifrigen und scharfsinnigen Beförderer an Adolph Brongniart (dem Sohne) gefunden. Ausgezeichnet als Botaniker, unternahm er es bei Veranstaltung der zweiten Ausgabe der geognostischen Beschreibung der Umgegend von Paris, die im Pariser Becken begrabenen Pflanzenreste mit den noch lebenden zu vergleichen und zu beschreiben. Die dabei angestellten Untersuchungen führten ihn weiter, und er unternahm es mit Glück, einige der vorweltlichen Pflanzenfamilien genauer zu untersuchen und ihnen ihre Stelle im Systeme anzuweisen. Er zeigte zuerst, daſs ein groſser Theil der Pflanzen des Steinkohlengebirges, welche man für palmenartige Gewächse anzusehen gewohnt war *(Lepidodendra, Syringodendra)*, eigentlich baumartige Farrenkräuter oder gar baumartige Lykopodien von ungeheuren Dimensionen seyen, von welchen wir die Analoga in unserer gegenwärtigen Schöpfung nur im kriechenden, unvollkommenen Zustande kennen; er erkannte in andern (den Calamiten) mit derselben Bestimmtheit riesenmäſsige baumartige Equiseten. Er entdeckte selbst mehrere, sehr merkwürdige, zuvor unbekannt gebliebene Gattungen, und unterstützt durch die geognostischen Kenntnisse seines Vaters, begann er sodann dieses Feld aus einem übersichtlichen Standpunkte zu bearbeiten.

Im Jahre 1828 gab er ***Prodrome d'une histoire des Végétaux fossiles*** heraus, in welchem er auf eine sehr lehrreiche Weise das System der vorweltlichen Pflanzen nach erleuchteten Ansichten auseinandersetzte, und zeigte, wie sich dieselben in den verschiedenen Schichten der Erdrinde vertheilt finden. Ein Jahr spä-

ter folgte *) eine höchst anziehende Abhandlung, welche allgemeine Betrachtungen über die Vegetation der Erdrinde in den verschiedenen Perioden ihrer Bildung enthält.

In dieser Arbeit suchte der Verfasser mit überzeugenden Gründen zu beweisen, dafs die vorweltlichen Schöpfungen der Pflanzenwelt sich ziemlich deutlich in vier von einander getrennte Perioden oder Schöpfungs-Perioden abtheilen lassen, durch welche zugleich das schöne Gesetz fortschreitender Formen-Entwicklung, je mehr wir uns dem Zustande der gegenwärtigen Schöpfung nähern, auf eine überraschend vollständige Weise bestätigt wird. Denn in der ältesten seiner Perioden waren die Kryptogamen in ihrer grofsartigsten Entwicklung (als baumartige Lykopodien, Farrnkräuter, Equiseten) vorwaltend, mit ihnen herrschten die baumartigen Monokotyledonen oder die Palmen; in der zweiten und dritten Periode trat eine ganz neue Flora von Cykadeen und Coniferen (zapfentragenden Nadelholzbäumen) ein, welche sich in ihrer Bildung schon mehr der jetzigen Entwicklung nähern, und endlich in der vierten Periode erschien diejenige Pflanzenform, die der Dikotyledonen-Bäume, welche durch ihr Vorwalten noch die gegenwärtige Periode unserer Schöpfung karakterisirt. Es zeigte sich dabei, dafs man Alles in Allem gegenwärtig schon nahe an 550 Arten vorweltlicher Pflanzen kennt, welche freilich gegen die bereits von der gegenwärtigen Schöpfung bekannten 50000 Arten einen sehr scharfen Kontrast bilden.

Brongniart hat zugleich auf eine sehr scharfsinnige Weise bei der Darstellung dieses Verhältnisses die Ansicht entwickelt, dafs der Zustand unserer Atmosphäre in den früheren Perioden der Erdrinde-Bildung ein von

*) *Annal. des sciences naturelles. Tome XV. p.* 225.

dem gegenwärtigen sehr verschiedener müsse gewesen seyn. Zuerst deutet die ungeheure Kraft und Ueppigkeit der Vegetation in der ältesten Epoche auf eine damals vorhandene sehr viel gröfsere Feuchtigkeit der Luft und auf eine allgemein verbreitete gröfsere Wärme in allen Theilen der Erdoberfläche. Aufserdem glaubt Brongniart aber annehmen zu müssen, dafs die Atmosphäre der Vorwelt einen sehr viel gröfseren Antheil an Kohlensäure als die gegenwärtige besessen habe, denn der Kohlenstoff ist ein Hauptnahrungsmittel der Pflanzen; aus dem Boden konnte ihn die vorweltliche Vegetation nicht ziehen, da ja fast aller in der oberen Erdrinde angehäufte Kohlenstoff erst durch Zersetzung von grofsen Massen von Vegetabilien entstanden ist, und die ältesten Gebirgsarten denselben nur in geringer Menge enthalten. Es mufste daher dieses nothwendige Lebensmittel aus der Luft von ihnen aufgenommen und zersetzt werden, wie diefs zum Theil noch heute unter dem Einflusse des Sonnenlichts der Fall ist. Unsere heutige Atmosphäre enthält ohngefähr $\frac{1}{1000}$ ihres Volumens an Kohlensäure, die Versuche Th. de Saussure's beweisen aber, dafs die Vegetation äufserst üppig gedeiht, wenn sich 5 bis 8 pro Cent Kohlensäure in der Atmosphäre befindet, und dabei das Sonnenlicht nicht mangelt, um deren Zersetzung bewirken zu können. In einer Atmosphäre von solcher Beschaffenheit aber mufste das Leben der auf Luft-Respiration angewiesenen Landthiere durch die Irrespirabilität derselben gehemmt werden, und es ist deshalb gewifs eine sehr merkwürdige Thatsache, dafs sich in der ältesten Periode der Pflanzenschöpfung, ohnerachtet doch damals schon grofse Stücke vom Wasser entblöfsten Festlandes vorhanden waren, auch wirklich noch durchaus keine Spuren von Luft athmenden Landthieren vorfinden. Erst in der zweiten und dritten Periode stellen dieselben sich ein, allein die ersten, welche auftreten, nachdem die Luft schon durch die Kraft der

Gewächse eines grofsen Theiles ihrer Kohlensäure nach dieser Ansicht beraubt worden war, sind monströse und riesenhafte Amphibien, welche wohl in einer an Kohlensäure reicheren Atmosphäre bestehen konnten als die Landsäugethiere. Diese stellen sich auch erst in der letzten Periode ein, in welcher die Atmosphäre bereits durch den Einflufs der Vegetation bis zu dem Verhältnisse von der Kohlensäure befreit seyn mochte, welches wir gegenwärtig kennen. Gegenwärtig aber scheint durch das Zusammenleben der Pflanzen und der Landsäugethiere in unserer Atmosphäre ein Zustand der Stabilität eingetreten zu seyn, welcher einen der merkwürdigsten Karaktere unserer heutigen Periode bildet.

Einige Eintheilungen in dieser schönen Arbeit von Brongniart, die Begrenzungen seiner Perioden in geognostischer Beziehung insbesondere, die Stellung einiger Pflanzenfamilien, sind meines Erachtens nicht nach richtigen Grundsätzen behandelt; ich habe es daher für nöthig gehalten, derselben *) einige kritische Bemerkungen und berichtigende Erläuterungen hinzuzufügen, welche auch (mit ganz unbedeutenden Ausnahmen) später von dem Verfasser selbst sind anerkannt worden.

Gegenwärtig ist dieser ausgezeichnete Naturforscher damit beschäftigt, eine *Histoire des végétaux fossiles* herauszugeben (bis jetzt 9 Lieferungen), welches ein Grundwerk für alle Zeiten bleiben wird, indem darin alle bekannt gewordenen fossilen Pflanzen-Arten beschrieben, genau abgebildet und mit allgemein botanischen Bemerkungen begleitet werden, woraus der Wissenschaft eine sehr wesentliche und ansehnliche Bereicherung entspringt.

Angeregt durch das Beispiel der Engländer und hervorgerufen durch das immer zunehmende Interesse, wel-

*) Poggend. Ann. Bd. XV. S. 415, wo sich auch S. 385 eine vollständige Uebersetzung der Arbeit von Brongniart findet.

ches sich der Geognosie in unsern Tagen zuwendet, hat sich in Frankreich eine der Förderung der Geognosie gewidmete Gesellschaft unter dem Namen ***Société Géologique de France*** (1830) gebildet. Sie giebt regelmäſsig Nachweisungen (***Bulletins***) über ihre Arbeiten heraus, welche eine groſse Zahl sehr schätzbarer Notizen enthalten und in einzelnen Heften gar sehr zur schnellen Verbreitung neuer Entdeckungen, Thatsachen und Ansichten beitragen; dadurch ist eine groſse Lebendigkeit in das Studium der Geognosie in Frankreich gebracht, welche auch nicht ohne Einfluſs auf die Nachbarländer geblieben ist. Einige Jahre nach ihrer Stiftung hat diese Gesellschaft die Herausgabe gröſserer Abhandlungen, unter dem Titel: ***Mémoires de la Société Géologique*** begonnen, von denen der erste Band einige sehr beachtenswerthe Nachrichten über zuvor völlig unbekannte Gegenden, wie über Corsica, enthält.

Unter den französischen Geognosten, welche sich in dieser Societät fortwährend ganz besonders thätig erweisen und auch schon früher sich durch ausgezeichnete Leistungen hervorgethan hatten, sind vorzugsweise noch zu erwähnen: Ami Boué und Elie de Beaumont.

A. Boué hat sich schon eine längere Reihe von Jahren hindurch ununterbrochen mit geognostischen Arbeiten und mit vielen auf geognostische Untersuchungen gerichteten Reisen beschäftigt ***(Géologue voyageur)***, und durch die Vergleichungen der verschiedenen Länder genützt, in welchen er die Natur der Verhältnisse aus eigener Anschauung kennen lernte. Er begann seine Ausbildung in Edinburg; das erste Produkt seiner Thätigkeit ist eine geognostische Darstellung von Schottland:

Essai géologique sur l'Ecosse;

dieselbe enthält die erste einigermaſsen vollständige Beschreibung dieses Landes, welche freilich noch sehr viel zu wünschen übrig läſst, und durch die Bemühungen vie-

ler Forscher seitdem wesentlich berichtigt und vervollkommnet worden ist.

Später widmete sich Boué in mehrjährigen Reisen dem Studium der geognostischen Beschaffenheit unseres Vaterlandes; er hat um die Kunde desselben das unläugbare Verdienst, dafs er, ausgerüstet mit der Kenntnifs der Verhältnisse von England und Frankreich, auf eine Menge von Vorkommnissen von Gebirgsarten in Deutschland aufmerksam machte, welche in ihren Alters- und Bildungs-Verhältnissen mit den französischen und englischen übereinstimmen. So hat er zuerst das Daseyn von einzeln zerstreuten Resten der Tertiär-Formation nachgewiesen, welche bis dahin in unserm Vaterlande unbekannt und unbeachtet geblieben waren. Er verglich sie vorläufig mit den Verhältnissen der ähnlichen Gebirgsbildungen in den Becken von Paris und Südfrankreich; ebenso erkannte er unstreitig zuerst in Deutschland das Vorkommen von jüngeren Flözgebirgsarten an vielen Stellen, wo man dieselben bis dahin stets mit den älteren durch Werner und seine Schule bekannt gewordenen Flözschichten verwechselt, und nicht scharf unterschieden hatte. Er verglich diese neueren Bildungen zuerst auf eine erfolgreiche Weise mit den zum Theil sehr verschieden benannten Schichten der Jura-Formation oder Oolith-Reihe, des Grünsandes und der Kreide in England und Frankreich. Die Richtigkeit vieler seiner Angaben hat sich seit dieser Zeit im Allgemeinen auf eine für die Kenntnifs unseres Vaterlandes sehr anziehende Weise bestätigt, wenn gleich im Speziellen manche Ungenauigkeit in den ersten Darstellungen zurückgeblieben war. Denn man kann wohl sagen, dafs seitdem sich die Zahl der in Deutschland bekannt gewordenen Flözgebirges-Bildungen um das Doppelte vermehrt hat.

Boué hat ferner die Ansichten von der vulkanischen Entstehung des Granites, des Porphyrs,

der Grünsteine speziell auf einige Erscheinungen dieser Gebirgsarten anzuwenden versucht, wie auf die Porphyre und Granite des Thüringer Waldes, des Harzes, der Gegend von Halle, als man noch in unserm Vaterlande zögerte, die Vorstellungen Werner's in spezieller Anwendung auf heimathliche Gegenden zu verlassen. So gelang es ihm zuerst, auch sogar im Erzgebirge in der Nähe von Freyberg Beweise von der Durchbrechung und Veränderung des ältern Schiefergebirges durch Porphyr, Granit nachweisen zu können, an deren Existenz man bis dahin beharrlich gezweifelt hatte. Alle diese Thatsachen finden sich vereinigt in dem *Mémoire géologique sur l'Allemagne (Journal de Physique*, 1823, letzter Band), welches indeſs, neben sehr schätzbaren Bemerkungen, sehr viele Unrichtigkeiten und Fehler der Flüchtigkeit enthält. Es wurde daher später eine um Vieles verbesserte und erweiterte Auflage desselben veranstaltet, unter dem Titel:

Geognostisches Gemälde von Deutschland von A. Boué, übersetzt durch v. Leonhard. 1829.

Es ist dieſs die einzige zusammenhängende Bearbeitung der geognostischen Verhältnisse unseres Vaterlandes, und ohnerachtet sie weit hinter dem zurückbleibt, was den jetzigen Anforderungen der Wissenschaft entspricht, so enthält sie doch sehr viel schätzenswerthe Angaben und Aufforderungen zu fortgesetzten Untersuchungen.

Boué beschäftigte sich übrigens eine längere Zeit hindurch mit der geognostischen Untersuchung von Ungarn, Gallizien, Siebenbürgen, über welche Länder wir theilweise, über Ungarn und Siebenbürgen ein sehr ausführliches Werk von dem französischen Mineralogen Beudant, aus den Jahren 1818 und 1819, besitzen. Er berichtigte dort nicht nur Vieles, sondern er zeigte auch zuerst, daſs der Gebirgsgürtel der Karpaten, gleich einem groſsen Theile der Alpen, aus sehr viel jüngern Bildungen (Kreide und Grünsand) bestehe,

als man früher geahnet hatte; seinen Untersuchungen über diese Gegenden reihen sich die von **Pusch** und von einem hoffnungsreichen, mitten in dem Laufe mannigfacher Arbeiten verstorbenen Geognosten, **Lill v. Lilienbach**, an. Seine über diese Gegenden gemachten Beobachtungen sind hauptsächlich in dem

Journal de Géologie par Boué, Jobert et Rozet, Tome I—III. 1830—31,

enthalten.

Besonders thätig zeigt sich **Boué** in der Redaktion des Bülletins der geologischen Gesellschaft von Frankreich; seine in demselben, für jedes Jahr, gelieferten Uebersichten über die Fortschritte der Geologie gewähren eine sehr vollständige Kenntnifs von dem, was nicht allein in Europa, sondern auch in den fremden Welttheilen für die Wissenschaft geschehen ist.

Elie de Beaumont. Wir können die Betrachtungen über ihn wohl nur mit der Bemerkung beginnen, dafs wir gegenwärtig in ihm den ausgezeichnetsten und talentvollsten unter den jüngern beobachtenden Geognosten anerkennen. Seine erste Ausbildung war auf das Fach des Bergbaues und Hüttenwesens gerichtet, und hier zeichnete er sich zuerst in Verbindung mit einem andern talentvollen Geognosten, **Dufrénoy**, aus. Beide wurden gemeinschaftlich nach England gesendet, und sie führten dort zusammen eine höchst verdienstliche, lehrreiche Arbeit voll geognostischen und metallurgischen Interesses, über die Lagerstätten der Zinn- und Kupfererze in Cornwall *), aus. Sie lieferten später eine ähnliche, jedoch minder umfassende Arbeit über die Bleierze in Cumberland.

Nach Frankreich zurückgekehrt, fand ihre Thätigkeit eine sehr willkommene Anwendung bei der Aufnahme

*) *Sur le gissement des minerais d'étain et de cuivre de Cornouailles. Annal. des mines, Tome IX, p.* 827.

einer geognostischen Karte von Frankreich, welche durch einen Befehl des Königs vom Jahre 1826 angeordnet und unter die Direktion von Brochant de Villiers gestellt wurde. Sie beschäftigten sich deshalb theils in Gemeinschaft, theils einzeln mit Untersuchungen der bedeutendsten Gebirgstheile von Frankreich, über welche wir ihnen eine grofse Zahl sehr schätzenswerther Nachrichten verdanken. Dufrénoy führte eine Untersuchung der Flözgebirgs-Schichten aus, welche das granitische und von Vulkanen durchbohrte Central-Plateau von Frankreich, an den Quellen der Loire, der Dordogne umgeben; er veranstaltete viele sorgfältige Beobachtungen über die jüngern Gebirgsarten in der Pyrenäenkette, deren Resultate eine überraschende Uebereinstimmung derselben mit den Bildungen in den Karpaten und Alpen ergaben. Als die vorherrschende Bildung an den Gebirgsabhängen bis zu den höchsten Gipfeln finden sich Sandsteine und Kalksteine von sehr neuer Bildung, gleichzeitig mit der Kreideformation, und in der Zusammensetzung ihrer Glieder von sehr hoher Wichtigkeit für die Deutung der gleichnamigen Verhältnisse der Apenninen-Kette.

Elie de Beaumont beschäftigte sich mit einer sehr genauen und ausführlichen Untersuchung der Vogesen und ihrer Umgebungen; er führte eine sehr merkwürdige, jetzt noch nicht vollständig bekannt gemachte Arbeit über den Abfall der Alpen gegen Frankreich (in dem obern Isere-Thale) aus; er untersuchte von Neuem die von Brochant beschriebenen Bildungen der Tarentaise, und ermittelte durch eine Reihenfolge scharfsinniger Schlüsse, dafs sie in der That noch viel jünger seyen als man früher geglaubt hatte, und zum Theile den untersten Schichtenfolgen des Jura angehören. Er setzte seine Untersuchungen bis in die Umgebungen des Montblanc fort, und hat eine sehr lehrreiche Darstellung über die Erhebungs-Verhältnisse dieser ansehn-

lichsten unter den Gebirgsgruppen Europa's geliefert. Ein grofser Theil dieser Arbeiten Elie de Beaumont's und Dufrénoy's ist bekannt geworden in einer eigenen Sammlung von Abhandlungen unter dem Titel:

Mémoires pour servir à une description géologique de la France par MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont.

Viele andere Arbeiten derselben, insbesondere die Untersuchungen über die Umgebungen des Montblanc, sind in den *Annales des Sciences naturelles* und in den *Annales des mines*, von dem Jahre 1827 an enthalten.

Elie de Beaumont hat sich neuerdings mit Untersuchungen über die erloschenen Vulkane im südlichen Frankreich beschäftigt; wir verdanken ihm eine vortreffliche Beschreibung des Cantal und des Mont Dore, und er hat dabei auf die geistreichste Weise die von L. v. Buch ausgegangenen Ansichten von der Bildung der Erhebungs-Kratere aufgefafst, über deren Richtigkeit oder Unzulässigkeit gegenwärtig in der geologischen Gesellschaft von Frankreich ein noch nicht beendeter lebhafter Streit geführt wird, welcher an Heftigkeit und Erbitterung sich allein mit dem früher in Deutschland geführten Streite über die Vulkaneität des Basaltes vergleichen läfst.

Nichts hat indefs unstreitig seit einer längeren Reihe von Jahren die Aufmerksamkeit des Publikums in so hohem Grade in Anspruch genommen, als die merkwürdige Arbeit, welche Elie de Beaumont (1829 und 1830) über das relative Alter der Gebirgszüge bekannt gemacht, und dadurch für immer seinen Ruf, als einen der vorzüglichsten Geognosten, gegründet hat. Diese scharfsinnige und höchst anziehende Arbeit erschien am ausführlichsten in den *Annales des Sciences naturelles*, *T. XVIII* und *XIX*, und ist besonders gedruckt worden unter dem Titel:

Recherches sur quelques unes des Révolutions de la

surface du Globe, présentant différens exemples de coïncidence entre le redressement des couches de certains systèmes de montagne, les changemens soudains qui ont produit les lignes de démarcation, qu'on observe entre certains étages consécutifs des terrains de sédiment.

Einen übersichtlichen Auszug derselben enthalten zwei Briefe Elie de Beaumont's an Alex. v. Humboldt, welche sich übersetzt in Poggendorff's Annal. XVIII, S. 19, und Bd. XXV, S. 1 befinden; von einem Haupttheile dieser Arbeit hat Arago eine ungemein faſsliche und lichtvoll geschriebene Darstellung in dem Jahrbuche (*Annuaire*) für 1830 *) geliefert, welche einer ganz allgemeinen Empfehlung werth ist. Es scheint mir sehr passend, zum Schlusse dieser Betrachtungen eine kurze Analyse des wesentlichsten Inhaltes aus dieser wichtigen Arbeit hinzusetzen.

Elie de Beaumont geht zunächst bei seiner Arbeit von den durch L. v. Buch in die neuere Geognosie eingeführten Ansichten aus, daſs die Gebirgsketten durch Aufreiſsen und Erheben einzelner Theile der Erdrinde entstanden sind; er zeigt, daſs sich auf der ganzen Erdoberfläche wiederholt findet, was L. v. Buch insbesondere für Deutschland im Einzelnen nachgewiesen hat, daſs nämlich die Bergketten sich in natürlich von einander geschiedene Gruppen oder geognostische Systeme ordnen, deren Geschiedenheit sich durch die einem jeden eigenthümliche Richtung aller zu ihm gehörigen Höhenzüge ausdrückt. Es liegt bei der Verallgemeinerung dieser Thatsache in Bezug auf die ganze Erdoberfläche sehr nahe, die Betrachtung anzustellen, daſs, wenn Spalten unsere Erdrinde zerrissen haben, Bergketten in Parallelzügen hervortreten, es vielleicht möglich und für die Kenntniſs der Veränderungen, welche unser Erdkörper

*) Poggendorff's Annalen XVIII. p. 25.

erlitten hat, von sehr hoher Wichtigkeit sey, durch fortgesetzte Untersuchungen zu ermitteln, ob diese Zerreifsungen und Erhebungen in irgend einem genau bestimmbaren Zeitalter der Bildung unseres Planeten geschehen sind, oder ob sich dieselben, je nach den verschiedenen Gebirgs-Systemen, in verschiedenen Perioden ereignet und so eine Gebirgskette nach der andern erzeugt haben.

Bei der Untersuchung dieses so sehr anziehenden, der Erforschung so sehr werthen Gegenstandes mufste die Beachtung von verschiedenartigen Verhältnissen in Betracht kommen. Zunächst ist es klar, dafs, wenn auch ohne Rücksicht auf die gewaltsame Bildung der Bergketten die Beschaffenheit unserer Erdrinde betrachtet wird, in der Zusammensetzung derselben die Spuren mehrerer nach einander vorübergegangenen Veränderungen von tief eingreifender Art, oder wahrer Umwälzungen deutlich hervortreten. Denn die aus dem Wasser regelmäfsig niedergeschlagenen und in Parallelplatten getheilten Massen der Erdrinde, welche das sogenannte Sekundär- oder Flözgebirge bilden, beweisen zwar, dafs in verhältnifsmäfsig sehr langen Zwischenräumen (während der Bildung von gleichförmigen Absätzen auf dem Boden des Meeres) Ruhe und Gleichförmigkeit, allmäliges Fortschreiten in dem Verfesten der Erdrinde, müsse geherrscht haben; bei genauerer Untersuchung zeigen indefs diese Produkte successiven ruhigen Niederschlages, dafs in denselben von Zeit zu Zeit eine bemerkenswerthe und sehr scharf ausgedrückte Veränderung eintritt. Es verändert sich nicht nur zuweilen sehr auffallend und plötzlich die Beschaffenheit der durch Niederschlag gebildeten Massen, so dafs wir dieselben in verschiedenen Formationen von Schiefern, Sandsteinen, Kalksteinen zu unterscheiden im Stande sind, sondern es ändert sich zugleich mit solchen Ereignissen auch die Beschaffenheit der organischen Produkte, so dafs deren Reste in einer

jeden dieser Formationen einen durchaus eigenthümlichen, von dem aller andern verschiedenen Karakter besitzen.

Diese so plötzlich und scharf in so wesentlichen Verhältnissen eintretenden Veränderungen können ihren Grund nur in einer allgemeiner wirkenden Störung und in einer plötzlichen Veränderung der Bedingungen gehabt haben, von welchen die Bildung der Formationen und der Karakter der in ihnen eingeschlossenen organischen Wesen erzeugt werden. Mit der Betrachtung über die Ursachen dieser mehrfach eintretenden Umwälzungen verbindet sich aber, wie es scheint sehr natürlich, noch eine andere Erwägung. Wir sehen nämlich, wie diefs schon mehrfach weiter oben angeführt worden ist, dafs der Zustand der aus dem Meere regelmäfsig niedergeschlagenen Gebirgsschichten keinesweges in allen Theilen der Erdoberfläche einer und derselbe sey. Ein Theil dieser Schichten liegt zwar noch gleichförmig in horizontaler Lage, wie er allein ursprünglich von dem Wasser konnte gebildet werden, aber ein anderer findet sich aufgerichtet, mehr oder minder der senkrechten Stellung genähert, oder mit einem Worte in gewaltsam veränderter Lage, welche er erst mehr oder minder lange nach seiner vormaligen Bildung konnte erlangt haben. Achten wir nun aber genau auf die Stellen der Erdoberfläche, an welchen diese Verschiedenheiten statt finden, so gelangen wir zu dem Resultat, dafs die horizontale und gleichförmige Lage der Schichten allgemein nur in den Niederungen und Ebenen, welche die Bergketten umgeben, die steil aufgerichtete und ungleichförmige aber stets innerhalb der Bergketten selbst gefunden werde. Sehen wir auf die Art, wie diese zweierlei Verhältnisse an den Rändern der Berge mit einander in Berührung treten, so finden wir sehr bald, dafs nicht nur die geneigten Schichten mit den horizontalen gewöhnlich scharf aneinander absetzen, sondern nur ein gewisser Theil von der

ganzen Schichtenfolge am Fuſse einer Bergkette der Aufrichtung in den Bergketten, folgt, während der andere Theil der Schichten ihre ursprüngliche, ungestörte, horizontale Lage beibehält.

So sind die in der Beschaffenheit unserer Erdrinde gemachten Erfahrungen, und es kann nun nicht schwer werden, durch eine Verbindung derselben zu allgemein gültigen Schlüssen über die Ursachen zu gelangen, welche diesen Erscheinungen zum Grunde liegen. Nach Perioden mehr oder minder langer Ruhe sind allgemein wirkende Störungen erfolgt, welche die Beschaffenheit der organischen Schöpfungen auf einmal verändert und eine neue an die Stelle der zuvor herrschenden gesetzt haben. Welcher Art diese Störungen waren, wissen wir direkt zwar nicht, aber wir erblicken dergleichen andere, welche stets verknüpft waren mit der Aufrichtung eines Theiles der ursprünglich horizontal gebildeten Schichten, welche eben dadurch die Bergketten bilden. Diese Aufrichtungen der Schichten aber müssen sehr rasch, ja fast plötzlich erfolgt seyn, da die aufgerichteten von den horizontal neben ihnen liegen gebliebenen durch mehr oder minder scharfe Abschnitte getrennt werden. Nun liegt aber der Schluſs sehr nahe, daſs, wenn von einer gewissen Schichtenfolge nur der eine Theil eine Aufrichtung erlitt, der andere dagegen sich in seiner Lage ungestört zeigt, dieſs nur darin kann begründet seyn, weil die ersteren Schichten zur Zeit als die Aufrichtung erfolgte schon vorhanden waren, die andern aber sich nachher erst gebildet haben, als die Umwälzung bereits vorüber war.

Sind wir aber auf solche Weise in den Stand gesetzt, die Zeit relativ bestimmen zu können, in welcher die Erhebung einer Bergkette erfolgt ist, so fragt es sich noch: Ob bei allen Bergketten der Erde in dieser Beziehung eine Gleichförmigkeit, oder eine Verschiedenartigkeit statt finde; ob bei allen immer dieselben Schichten mit gehoben wurden, immer dieselben Schichten dagegen

wagerecht daneben liegen geblieben seyen, oder ob vielleicht Schichten, welche bei einer Bergkette gehoben wurden, bei andern konstant unafficirt liegen blieben. Es ist leicht einzusehen, dafs im erstern Falle die Erhebung aller Bergketten müsse gleichzeitig erfolgt seyn, während sie in dem andern Falle dagegen in mehreren auf einander folgenden Perioden statt gefunden hat. Diefs ist leicht durch Beobachtungen der Verhältnisse in der Natur mehr oder minder deutlich nachzuweisen, und diefs ist eben der Fortschritt, welchen Elie de Beaumont in unserer Wissenschaft gemacht hat.

Er verfolgte aufmerksam die Verhältnisse der Schichtenstellung der Formationen an den Rändern verschiedener Gebirgsketten, er verglich aufmerksam die Beobachtungen Anderer, und fand, was nach dem eben Gesagten bereits mit Wahrscheinlichkeit nun schon vorherzusehen war, dafs einem jeden dieser Gebirgssysteme eine eigenthümliche Periode entspreche, in welcher ihre Erhebung statt gefunden habe. Jedes Gebirgssystem, so glaubte er nachweisen zu können, ist von den andern, welche damit in Berührung treten, nicht nur durch die eigenthümliche Parallelrichtung seiner Ketten geschieden, sondern eben so sehr und so sicher auch dadurch, dafs es in einer eignen bestimmten Periode der Erdrinden-Bildung seine gegenwärtige Stellung erlangt hat. Alle Gebirgsschichten, welche in aufgerichteter Stellung in die Bildung einer Bergkette eingehen, sind als Uferränder bestimmter Zeitperioden zu betrachten, von deren Einfassung umgeben sich die daneben liegenden jüngern Horizontal-Schichten auf dem Boden alter Meeresbecken gebildet haben. So ist es denn eine der anziehendsten Aufgaben der Wissenschaft geworden, diese Reihenfolge von Veränderungen, diesen Wechsel anhaltender Perioden ruhiger Bildung und schneller Aufrichtung der Schichten in der Gestalt und Zusammensetzung unserer Erdrinde deutlich nachweisen zu können. Es wird gleichzeitig hiedurch

auch sehr wahrscheinlich, daſs das von Zeit zu Zeit erfolgte plötzliche Aufrichten der Schichten, die Bildung groſser Gebirgsmassen, einerlei sey mit den Störungen, welche in dem regelmäſsigen Absatze derselben überall deutlich statt fanden, mit den Perioden plötzlicher Umwälzungen, welche verändernd auf den Zustand der organischen Schöpfungen einwirkten.

Der Versuch, diese so merkwürdige Wahrheit durch die Beobachtung in der Natur unmittelbar nachzuweisen, konnte wohl nicht gleich Anfangs den Grad der Vollkommenheit erlangen, welchen wir von ihm zur wahren Aufklärung der Geschichte unserer Erdrinde zu erwarten berechtigt sind, da früherhin zur Entwicklung dieser Verhältnisse keine Beobachtungen waren angestellt worden. Indeſs führten doch schon gleich die ersten deshalb von Elie de Beaumont veranlaſsten Untersuchungen zu sehr anziehenden Resultaten, welche die Aufmerksamkeit in sehr hohem Grade zu erregen geeignet waren. Man konnte sich nun der Hoffnung überlassen, daſs es in Zukunft gelingen werde, in genau untersuchten Landstrichen aus der Beobachtung von der Richtung einer Bergkette auch einen Schluſs auf das Alter ihrer Bildung zu machen, und daſs aus der Zahl und der Reihenfolge der Erhebungen, welche in scharf bezeichneten Perioden statt gefunden haben, auch eine genau nachweisbare Uebersicht von der Zahl und der Reihenfolge der Umwälzungen folgen werde, welche unsere Erdrinde betroffen haben.

Elie de Beaumont versuchte zuerst diesen Grundsatz auf die Entstehungsperioden der vier scharf geschiedenen geognostischen Systeme anzuwenden, welche, wie weiter oben gezeigt worden, zuerst L. v. Buch in unserm Vaterlande unterschieden hat, und es ergab sich daraus, so schien es, eine sehr befriedigende Uebereinstimmung zwischen der Theorie und den Ergebnissen der Erfahrung. Es scheinen vier nach einander folgende

Gebirgsbildungen in dieser Beziehung in Betracht kommen zu müssen, von denen eine nach der andern durch die Erzeugung der vier Systeme in den Kreis der erhobenen Schichten gezogen wird. Diese vier Gebirgsbildungen sind die Oolith- oder die Jura-Formation, die Kreide- und Quadersandstein-Bildung, die Tertiär-Formation und eine jüngere Abtheilung derselben, das aufgeschwemmte Land, nach der Benennung, welche schon Werner dafür gewählt hatte.

Den Perioden dieser vier Gebirgsbildungen aber entsprechen in folgender Reihenfolge:

1) Das niederländische System mit dem Erzgebirge, denn in diesem letztern sind noch die Schichten der Jura-Formation mit gehoben, dagegen liegen die Schichten der Kreide und des Quadersandsteins nahe wagerecht, übergreifend und abweichend auf der Oberfläche der ältern Gebirgsarten.

2) Das nordöstliche System oder das hercynische, denn am Rande des Harzes, so wie in den ihm parallel streichenden Hügelreihen Westphalens, sind überall die Schichten der Kreide- und Quadersandstein-Formation mit afficirt worden.

3) Das Rhein-System, bei welchem Elie de Beaumont eine Miterhebung der Ränder der Tertiär-Formation im Rheinthale annahm, und dessen Richtung weiter nordwärts zusammentrifft mit den Basalten in Hessen, welche, jünger als der ältere Theil der Tertiär-Bildung, in das Streichen der Schichten des nordöstlichen Systemes hineingreift.

4) Das Alpen-System, welches unstreitig das jüngste von allen zu seyn scheint, da die Erhebung der Alpenkenkette mit dem Phänomen der Verbreitung der Gebirgsblöcke zusammenfällt, welche an der Oberfläche des aufgeschwemmten Landes zerstreut liegen.

Wer

War nur übrigens erst mit einiger Wahrscheinlichkeit die Reihenfolge dieser vier scharf begrenzten Gebirgs-Systeme festgesetzt, so schien es sehr natürlich, nun den Blick auf die Gebirgs-Systeme zu werfen, deren Ketten den hier geschiedenen parallel streichen.

Es bedurfte nur einiger Aufmerksamkeit, um zu sehen, dafs das niederländische Schiefergebirge nicht nur selbst noch fortsetzend in Belgien und Frankreich hineinstreicht, sondern dafs auch in dem letzten Lande noch sehr viel entferntere und unabhängige Höhenzüge dieselbe Richtung besitzen. Elie de Beaumont glaubte von der Côte d'Or in Bourgogne und von dem Mont Pilas im Forez nachweisen zu können, dafs sie in einer Periode mit dem Erzgebirge und dem niederrheinischen Schiefergebirge entstanden seyen.

Mit der Richtung des hercynischen Ketten-Systemes laufen sehr auffallend parallel die grofsen Massen der Pyrenäen- und Apenninen-Kette und selbst der südöstliche Theil des Alpengürtels, welcher nach der Trennung bei Gräz durch Kärnthen, Kroatien, in die dalmatinische Küste übersetzt. Die Entstehung dieser Gebirge schien also in die Entstehungszeit des hercynischen Systemes zu fallen.

Mit dem Rhein-Systeme ferner läuft auffallend parallel nahe von Süd nach Nord der westliche Theil der Alpen, oder die sogenannten See-Alpen, von Nizza bis über den Mont Cenis, und in derselben Linie steht die so scharf von ihren Umgebungen getrennte, durch Zerreifsung und Erhebung so sehr ausgezeichnete Kette des Montblanc. Ja es folgt endlich derselben Streichungslinie noch die skandinavische Urgebirgsmasse. Diese alle also wären in ihrer Erhebung dem Rhein-Systeme gleichzeitig, und die Hauptmasse der Alpen schien sich in Verbindung setzen zu lassen mit der Richtung des Kaukasus, der Gebirge Klein-

Asiens und selbst des Himalaya. So waren die Vorstellungen Elie de Beaumont's.

Es konnte nicht fehlen, dafs bei fortgesetzten genauen Forschungen sich viele Verschiedenheiten zeigten, wo man früher nur Uebereinstimmungen zu sehen geglaubt hatte; so fanden sich Richtungen von Gebirgen, welche mit den früher bekannten nicht genau übereinstimmten, und Elie de Beaumont sah sich daher veranlafst, die Zahl der bekannten Erhebungsperioden von Bergketten allmälig bis auf zwölf, ja bis auf fünfzehn zu vermehren. Es sind diese, mit einigen nach meinen eigenen Beobachtungen gemachten Berichtigungen, in chronologischer Ordnung folgende:

1) Das System von Westmoreland und vom Hundsrück, mit der an ihn angrenzenden Eifel und dem Taunus. Es ist das älteste der bestimmt nachweisbaren, wiewohl es noch Spuren früher vorgegangener Aufrichtungen einzelner Schichtenmassen in unserer Erdrinde giebt. Denn in ihm sind schon die neueren Schichten des Uebergangsgebirges (Kohlenkalkstein, alter rother Sandstein u. s. w.) nicht mehr gehoben. Die zu ihm gehörigen Bergketten streichen ziemlich genau von NO $\frac{1}{4}$O nach SW $\frac{1}{4}$W, und es gehören noch zu ihnen die Bergketten im südlichen Theile von Schottland, die Grauwackenkette auf der Insel Man.

2) System der Belchen (Name mehrerer Berge im südlichen Theile der Vogesen) und der Hügel der Bocage im Departement von Calvados. Die Erhebungsperiode derselben fällt mit dem Ende des eigentlichen Uebergangs- oder alten Schiefergebirges zusammen, und die Steinkohlenformation (bei Littry und Plessis in der Bocage und bei Ronchamps in den Vogesen) liegt abweichend auf den Köpfen der gehobenen Schichten. Die Streichungslinie dieser alten Erhebungen ist O 15° S und W 15° N. Elie de Beaumont glaubt, dafs auch ein Theil von der ältern Formation des Harzes in die-

ser Periode zuerst aufgerichtet worden sey, und allerdings ist es bei ihm, wie bei manchem andern Gebirge Deutschlands wahr, dafs ein Theil seiner alten Schiefer (besonders am westlichen Ende) von dem Streichen des ganzen Gebirgsrückens und der ihn umgebenden Ketten abweicht.

3) System von Nord-England. Es begreift dasselbe als Hauptmasse die fast ausschliefslich aus Steinkohlengebirge gebildeten Gruppen, welche vom Trent-Flufs in Derbyshire bis zur schottischen Grenze fortsetzen. Das Alter desselben ist sehr gut bestimmt, und fällt unmittelbar nach der Bildung des Kohlengebirges; denn der englische Bergmann weifs sehr wohl, dafs alle jüngeren Schichten, welche er oft über den Kohlen zu durchbrechen hat, auf denselben sich in horizontalen Lagerungs-Verhältnissen befinden, und dafs die zahlreichen Sprünge und Verwerfungen, welche im Kohlengebirge auftreten, sich vorwaltend den darauf gelagerten Schichten nicht mittheilen. Dieses System streicht fast ganz genau von S. nach N. mit kleinen Krümmungen an den Enden gegen NNW. und SSO.

4) System der Niederlande und von Süd-Wales. Dieses System steht mit dem zuerst erwähnten des Hundsrücks und des Taunus in sehr naher Beziehung, denn ohnerachtet es deutlich jünger ist als dasselbe, so streichen doch die Schichten zu beiden Seiten des Rheines jener Richtung nahe parallel; erst weiter im Westen an dem linken Ufer der Maas ändert sich dieses Verhältnifs, dort drehen sich die bisher von NO. nach SW. gegangenen Streichungslinien schnell in die Richtung von fast rein O. nach W. um, und so bleiben sie wie es scheint stets vorherrschend bis zur Westspitze von Süd-Wales in Pembrokshire, nordwärts des Kanals von Bristol.

5) Das rheinische System begreift die Vogesen und den Schwarzwald, welche sich sehr nahe in der Richtung von S. nach N. oder SSW. nach NNO. er-

hoben haben, und die Abhänge der Spaltenwand, in welcher sie hervortreten, einander und dem Rheinthale zukehren. Beide Bergreihen bestehen aus älterem Flözgebirge, und in der weit offnen Tiefe des Rheinthales zwischen ihnen lagert sich das jüngere Flözgebirge sanft wellenförmig und wagerecht unter der breiten Decke des aufgeschwemmten Landes hin.

6) System des Böhmer- und Thüringer-Waldes, des Morvan bei Autun, der Vendée und der südlichen Küste der Bretagne in Frankreich. Dieses System hat die Richtung von SO. nach NW., und ihre Hebung reicht offenbar durch das jüngere Flözgebirge bis an die Bildung der Juraformation, welche mit ihrem ältesten Gliede, dem Lias, horizontal bleibt, wie diefs namentlich in der Vendée und an dem südwestlichen Abhange des Böhmer-Waldes sehr klar ist. Die gleichartig streichende Hauptmasse des Harzes und die vielen parallel von SO. nach NW. gerichteten Höhenzüge Westphalens gehören nicht zu dem Alter dieses Systems; alle diese Bergketten sind ohnerachtet der gleichen Streichungslinie ihrer Züge bedeutend jünger und werden später noch angeführt werden.

7) System des Erzgebirges, der Côte d'Or in Burgund, des Mont Pilas im Forez und eines Theiles des Jura am linken Rhein-Ufer. Die Richtung dieses Systemes ist der des Hundsrücks, von SW. nach NO., gleich; ihre Ketten haben es mit der Aufrichtung und Erhebung der Jura-Formation bezeichnet, während die Kreide und der zu ihr gehörige Quadersandstein überall, wo sie mit derselben in Berührung treten, horizontal liegen, wie das Meer, welches die Klippen der Küsten umgürtet. Es ist diefs deutlich an der Verbreitung des sogenannten Plänerkalkes auf dem linken Elb-Ufer zwischen Pirna und Meifsen, und in den hohen Längenthälern des Jura, auf deren Boden Schichten oft horizontal sich abgesetzt

finden, welche nach ihren Versteinerungen und sonstigen Verhältnissen das Alter der Kreide besitzen.

8) System des Monte Viso. Dieses System, welchem die ganzen Meeres-Alpen aus der Gegend von Nizza und Antibes bis in die Gegend von Lons le Saulnier angehören, streicht sehr nahe in der Richtung von NNW. nach SSO., und die Erhebung ihrer grofsen Urgebirgskette, von welcher die Pyramide des Monte Viso den Hauptpunkt bildet, fällt mitten in die Bildung der Kreide; denn es sind die älteren Schichten derselben bis zu etwa 4000 Fufs Höhe gehoben, die jüngeren aber liegen am Fufse derselben wagerecht.

9) System der Pyrenäen und Apenninen. Dafs die Pyrenäen und Apenninen einem grofsen Schichten-System angehören, ist eine verhältnifsmäfsig sehr neue Entdeckung, deren ich theilweise schon früher erwähnt habe; ihre Uebereinstimmung ist zunächst auffallend durch die Parallelrichtung von allen ihren Ketten, welche von NW. nach SO. streichen und grofsentheils selbst in der unmittelbaren Verlängerung von einander liegen; indefs sind auch die Lagerungs-Verhältnisse ihrer Gebirgsarten übereinstimmend, denn die Kreide in ihrer ganzen Ausbildung (ältere und jüngere Schichten) heben sich in ihnen bis zu dem hohen Kamme des Gebirges, und überall an ihrem Fufse sind die zunächst auf die Kreide folgenden Tertiär-Schichten (Subapenninen-Formation und Becken von Bordeaux) horizontal gelagert, wenn auch oft in der grofsartigsten Mächtigkeit. Es ist ferner nach den Darstellungen von Elie de Beaumont sehr wahrscheinlich, dafs der Theil der östlichen Alpen, welcher nach der Gabelung bei Gräz sich in die Streichungslinie von NW. nach SO. wendet, in dieselbe Periode gehöre; er geht durch Kärnthen, Krain und Kroatien nach Dalmatien und Bosnien über, bildet den Apenninen parallel das gegenüberliegende Ufer von dem grofsen Längenthale des adriatischen

Meeres, und setzt endlich nach Morea und selbst auf die griechischen Inseln über, welche von Euböa und Attika anfangend, in Reihen von NW. nach SO. hinter einander liegen. Dieses System ist offenbar eines der mächtigsten und einflufsreichsten für die Gestaltung des Kontinentes von Europa, zu ihm gehören ganz entschieden der Haupt-Längenrücken des Harzes und alle Höhenzüge Westphalens, welche dem Teutoburger Walde parallel laufen, denn auch in ihnen ist beständig die ganze Schichtenfolge der Kreide gehoben, und wo in unserm norddeutschen Vaterlande Tertiär-Gebirgsspuren vorkommen, da liegen sie in den Thälern, an tiefen Punkten der Ebenen vereinzelt, horizontal auf. Es findet daher zwischen diesem System und dem sechsten dieselbe Art der Verbindung statt, wie zwischen dem ersten und dem vierten; und es möchte eben so schwer seyn, hier die Wirkungen der älteren und der neueren Erhebungen, welche in einerlei Richtungen erfolgten, zu sondern, wie es dort ist. Aeufserst merkwürdig übrigens auch bleibt noch der Einflufs, welchen dieses System sichtbar auf die Verbreitung der Kreide-Formation in Europa übt; denn wir dürfen nur in der Richtung seines Streichens eine Linie ziehen, etwa von der Umgegend von London bis zu den Mündungen der Donau, so haben wir den Lauf der alten Südküste des Meeres, von welcher nördlich die Kreide-Formation (im engern Sinne) sich absetzte, bis zu den Grenzen des skandinavischen, finnischen und schottischen Urgebirges. Diefs ist eine grofsartige, schöne Ansicht.

10) System von Korsika und Sardinien. Die Richtung desselben ist wesentlich von S. nach N. und setzt fort in das südliche Frankreich, wo sie durch das Rhone-Thal unterhalb Lyon, die obern Thäler der Loire und des Allier bezeichnet wird; auch alle die Zerspaltungen des Bodens folgen dieser Richtung, aus welcher die Vulkane wie die Kette der Puy's mit dem

Mont d'Or und dem Cantal sich hervordrängten, und dort zeigt sich's denn auch entschieden, daſs diese Erhebung erfolgt sey unmittelbar nach der Bildung der ältesten Tertiär-Formationen und vor der der neueren. Es scheinen zu diesem Systeme noch manche andere Gegenden Europa's zu gehören, und Elie de Beaumont ist geneigt hieher noch die Halbinsel von Istrien zu rechnen, und merkwürdig stimmen im nordwestlichen Deutschland auch die offenbar in derselben Periode erfolgten Hebungen der Vulkane von Hessen, des Habichtswaldes, des Meiſsner und die Reihe aller Basaltberge bei Göttingen mit dieser Richtung genau überein. Sie haben störend in die Wirkungen des vorhergehenden Systems eingegriffen, und queer durch alle Ketten desselben eine Verschiebung und sattelförmige Erhebung veranlaſst, welche am Nordrande des Solling's beginnt, und aus der Gegend von Bodenwerder an der Weser bis zwischen Minden und Hannover (bei Rodenberg und Nenndorf) bis an die Ebene deutlich nachweisbar bleibt.

11) System der West-Alpen. Zu ihm gehört vorzugsweise die Masse des Montblanc, in dessen Umgebungen die Struktur der Alpenkette in Beziehung auf Streichungslinien am komplizirtesten erscheint. Dieses System kreuzt das des Monte Viso und ist von sehr neuer Entstehung, denn man sieht nicht nur in den zur Montblanc-Kette nahe gehörigen Gliedern die schon früher erwähnten jungen Tertiär-Schichten der Diablerets bis zu 8000 Fuſs Höhe gehoben, sondern es stehen zu beiden Seiten dieses Systemes auch noch aufgerichtet die Schichten der neuen Muschelmolasse an der Superga bei Turin und an der Grande Chartreuse bei Grenoble. Die herrschende Richtung der Streichungslinien dieses Systemes ist von N. 26° O. nach S. 26° W.

12) System der Hauptkette der Alpen vom Wallis bis nach Oestreich. Die jüngste Hebung von

allen Ketten dieses mächtigen Gebirges nahe in der Richtung von W. nach O. (ONO. g. O. nach WSW. g. W.) ist, wie zahlreiche Beispiele beweisen, erst erhoben worden, nachdem das ganze eigentliche Tertiär-Gebirge in der Hauptmasse der Molasse mit der Nagelfluh schon war abgesetzt worden, denn die Schichten dieser Bildung finden sich an den Rändern des Gebirges immer mit aufgerichtet; dagegen giebt es in allen Thälern derselben alte Geschiebe-Ablagerungen, dem gegenwärtigen Zustande der Schöpfung vorangehend, welche horizontal auf den Köpfen der steil geneigten oder oft überstürzten Schichten liegen. Uebrigens soll die Richtung dieses jüngsten Systemes in W., nachdem es das System des Monte Viso und des Montblanc gekreuzt hat, bis in die Gegend von Marseille etwa noch fortsetzen, und namentlich sehr deutlich am Mont Ventoux und am Leberon wieder erkannt werden.

Die Betrachtung dieser, nach dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnifs dargestellten Verhältnisse giebt noch mehrfach zu anziehenden Resultaten Veranlassung, die grofsentheils durch die angestellten Vergleichungen Elie de Beaumont's ermittelt wurden. Zunächst wurden Betrachtungen über das gegenseitige Verhältnifs zwischen den bereits in dem Systeme eingereiheten und den anderweitig bekannten Gebirgsketten der Erde angestellt, welche wir theils nur nach ihren Richtungen, theils aber auch nach den vorläufig von ihnen bekannt gewordenen Eigenthümlichkeiten ihres Baues zu beurtheilen im Stande sind; so schien es denn namentlich sehr wahrscheinlich, dafs dem Systeme von Sardinien und Korsika sich die Küste von Syrien, die Gebirgskette des Libanon und die das Thal des rothen Meeres einfassenden Bergreihen anschliefsen. Mit vieler Wahrscheinlichkeit ward eine Gleichzeitigkeit in dem Erhebungsalter der

Ghates-Gebirge in Ostindien und der Alleghani-Kette in Nord-Amerika mit dem Systeme der Pyrenäen- und Apenninen-Kette vorausgesetzt. Den West-Alpen oder der Masse des Montblanc schien gleichzeitig die ganze Hauptlinie der Gebirge längs der Ostküste von Spanien und verlängert die von diesen angedeutete Linie nicht nur nach Afrika hinüber zu der Kette des Atlas zu gehen, sondern es schien selbst wohl der Bemerkung werth, daſs eine Verlängerung der Atlas-Linie über das atlantische Meer auf die Ostküste von Brasilien gerade in der Gegend von Cap Roque trifft, von wo aus eine felsige Bergreihe bis in die Umgebungen von Monte Video sich fortzieht; nördlich schienen die skandinavischen Gebirge mit diesen gleichzeitig. Es wurde versucht den Himalaya, den Hindu-kho, den Central-Kaukasus in Parallele mit der Hauptmasse der Alpen zu stellen, und sehr anziehend ist der Vergleich, welcher in dieser Beziehung die Aehnlichkeit von der Südseite der Himalaya-Kette mit der Südseite der Alpen in Nord-Italien betrifft; denn was dem letztern Gebirge die Lombardei oder die aufgeschwemmte Tiefebene des Pothales, das ist dem andern unbestreitbar, nur in viel gröſserem Maaſsstabe, das ganz ähnlich gebildete Tiefland Bengalens oder das Gangesthal, und in ihm haben die natürlichen Verhältnisse des Landes die Hauptwohnsitze der Menschen in ganz ähnlicher Weise nach gleichen Bedürfnissen wie dort ausgetheilt; so ist Delhi mit Mailand und Calcutta mit Venedig vergleichbar, und der Vergleich würde den höchsten Grad der Vollendung erlangen, wenn die den Apenninen verglichene Ghates-Kette sich in Westen mit dem Südrande des Himalaya verbände, und so den gröſsten Theil von den Indus-Zuflüssen noch dem Ganges hätte zuweisen können.

Doch auch abgesehen von diesen in's Detail gehenden

Vergleichungen der Gestalt und des Erhebungsalters einzelner Bergketten, war es von sehr grofsem Interesse, hiebei die Betrachtung zu machen, dafs, wenn sich diese Darstellungen bestätigen, unbedenklich die Energie der Paroxysmen, welche Schichten aufrichteten und Bergketten erhoben, von der ältesten gegen die neuere Zeit hin immer stärker und ausgedehnter geworden ist; denn ohne Ausnahme schienen alle die bedeutenderen Gebirge der Erde die Produkte eines immer neueren und neueren Erhebungs-Vorganges zu werden. Beaumont nimmt an, dafs diefs zwar zum Theil davon herrühre, dafs die neueren Gebirge seit ihrer Entstehung weniger Veränderungen als die ältern erfahren haben, weil sie nothwendiger Weise nicht gleich diesen in so hohem Maafse zerstört und erniedrigt wurden; der Grund läfst sich aber auch für die, in den neuesten Zeiten stärker gewordenen Paroxysmen der Hebung darin finden, dafs der Widerstand, den die Aufberstungen der Erdrinde zu überwinden hatten, immer gröfser geworden war. Uebereinstimmend hiemit scheint die grofsartigste unter allen Gebirgs-Erscheinungen der Erde, die der Andes-Kette, die neueste von allen zu seyn; diefs wird auch noch durch die in ihr fortwährend thätige Reihe von Vulkanen, welche an ihrer Erhebung mit theilgenommen zu haben scheinen, höchst wahrscheinlich gemacht, und in dem Emporsteigen der Andes war dann die Ursache von der letzten grofsen Katastrophe zu finden, welche unsern Erdkörper betroffen hat, und welche die Sagen der Völker unter dem Bilde der Sündfluth darstellen.

Nachdem Beaumont diese, so viel Aufmerksamkeit erregenden, merkwürdigen Ansichten vorgetragen hatte, fanden dieselben zahlreiche Gegner. Eine grofse Zahl namhafter Geognosten Englands und Frankreichs haben darüber gelegentlich oder in besondern Abhandlungen ihre Bemerkungen ausgesprochen, und es liefse sich eine sehr reichhaltige Literatur zusammenstellen, wenn das

Detail der Betrachtungen, Angaben von Thatsachen näher berücksichtigt werden sollte, welche bei dieser Veranlassung dem Publikum vorgelegt wurden. Auf den ersten Blick hat es den Anschein, als ob fast alle diese Gebirgsforscher gegen diese Ansichten vollständig eingenommen wären; diefs ist besonders auffallend bei Boué und Cordier in Frankreich und bei Conybeare und Lyell in England. Genauer betrachtet sind indefs die ersten Grundsätze Beaumont's auf durchaus gesunde und mit den Grundsätzen der Wissenschaft naturgemäfs übereinstimmende Voraussetzungen gebaut, ja in gewisser Beziehung auf eigentlich nichts weiter als auf eine überraschende, geistvolle Anwendung von den Vorstellungen der abweichenden und übergreifenden Lagerung der Gebirgsformationen, wie sie von Werner ausgegangen sind, so fremd demselben auch die Ansichten von der Erhebung der Gebirgsketten sonst seyn mochten. Es können daher der Tadel und die Widerlegungen nur die Art der Anwendung dieser Grundsätze auf einzelne Fälle treffen, und hier darf man sich nicht wundern, dafs bei dem ersten Versuche die Gebirgsketten nach dem Alter ihrer Entstehung zu ordnen, Irrthümer sich mögen eingeschlichen haben, welche nur durch ein anhaltendes genaueres Studium einzelner Lokalitäten allmälig entfernt werden können und den Ansichten selbst nicht zur Last fallen.

Nichts desto weniger ist die von Beaumont gegebene Reihenfolge bekannter Gebirge im Grofsen und Ganzen unangetastet geblieben; nur hat sich gezeigt, dafs in Zukunft zahlreiche Einschaltungen, Versetzungen einzelner Theile eines Gebirges aus einem System in das andere möchten nothwendig werden; diefs liefs sich, wenn das Material, welches ihm zu Gebote stand, kritisch beleuchtet wurde, schon von vornherein voraussetzen. Beaumont selbst hat im Verlauf dieser Untersuchungen seine Ansichten sehr wesentlich vervollkommnet, und aus der vorstehenden Darstellung ergiebt

sich schon, wie wenig die später gegebenen Entwicklungen der Gebirgs-Systeme mit seinen früheren übereinstimmen. Das Wesentlichste aber, was sich hieraus zur Befestigung der Ansichten über diesen Gegenstand ergeben möchte, besteht in Folgendem, womit wir den gegenwärtigen Standpunkt dieses Theils unserer Wissenschaft kurz zusammenfassend bezeichnen können.

1) Es ist eine unleugbare Thatsache, dafs nicht alle Gebirgsketten sich in einer und derselben Epoche erhoben haben, sondern es giebt unter denselben jüngere und ältere, von welchen die ersteren gewisse Schichtenfolgen noch mit zur Aufrichtung brachten, welche bei der Erhebung der letzteren nicht afficirt werden konnten, weil sie noch nicht gebildet waren.

2) Die von Beaumont früher aufgestellte Ansicht, dafs die gleichzeitige Erhebung der Gebirgsketten auch immer mit einem und demselben Streichen (Parallel-Richtung) aller ihrer einzelnen Glieder verknüpft sey, findet nicht allgemein Anwendung, und man kann sich daher der Beobachtung des Streichens einer Bergkette keineswegs bedienen, um daraus auf ihr Alter zu schliefsen. Die Richtigkeit dieser Behauptung erhellt zum Theil selbst schon aus der gegebenen Darstellung, und ist auch von ihm anerkannt worden. Denn es ergiebt sich, dafs von den angeführten zwölf Erhebungssystemen das System von Westmoreland und des Hundsrücks, mit einem Theile des niederländischen, mit dem Erzgebirge und selbst mit dem System von der Hauptkette der Alpen in der Richtung zusammentreffen, allein die Perioden ihrer Erhebung sind sehr verschieden; eben so ist es der Fall mit dem System von Nord-England, von Sardinien und Korsika, und mit dem sogenannten Rhein-Systeme; eben so mit den Pyrenäen und Apenninen, dem Harze und dem Systeme des Thüringer- und Böhmer-Waldes. In England ist ein gleiches Verhältnifs speziell von Conybeare nachgewiesen worden, indem dort die

Erhebungsreihen verschiedener Perioden in derselben Richtung von W. nach O. liegen (Insel Wight, Wealds of Kent und das Thal von Kingsclerc). Es zeigt sich aber nicht nur, dafs eine und dieselbe Streichungslinie in verschiedenen Perioden erzeugt worden ist, sondern es trifft auch das Umgekehrte ein, dafs in einer Periode der Erhebung verschiedene Streichungslinien erzeugt wurden; denn so hat Conybeare gezeigt, dafs die Periode der SN.-Erhebung von Sardinien und Korsika in England einer gleichzeitigen entspricht, deren Ketten gerade rechtwinklich darauf in der Richtung von Osten gegen Westen streichen, und genau genommen hat sich schon ergeben, dafs das niederländische System und das System von Nord-England in verschiedenen Theilen ihres Verlaufes ihre Richtung wechseln. Man kann sich daher die Richtung der Bergketten nur in unmittelbar aneinanderhängenden, scharf begrenzten Bezirken, und auch dort nur mit Kritik bedienen, um daraus auf ihr Alter zu schliefsen; ein Verhältnifs, welches etwa demjenigen vergleichbar ist, was die Gänge in gewissen beschränkten Gebirgsbezirken rücksichtlich ihrer Streichungslinien beobachten lassen, die hier sehr konstant für nahe liegende Gänge gleicher Perioden mit einander übereinstimmen, während daraus für entfernte Gegenden gar keine Schlüsse gezogen werden können.

3) Es hat sich ferner durch Beobachtungen bestätigt, dafs die Erhebung vieler Bergketten keinesweges das Produkt einer einzigen, für sie genau zu bestimmenden Periode ist; eine und dieselbe Bergkette ist vielmehr ganz entschieden nicht auf einmal entstanden, sondern ruckweise mehrmals nacheinander und mit Beibehaltung einer und derselben Streichungslinie gehoben worden, daher man bei Beurtheilung ihrer Erhebungsverhältnisse sehr vorsichtig seyn mufs. Die Richtigkeit dieses Satzes wird durch zahlreiche Thatsachen erwiesen; so lassen sich im Erzgebirge schon Spuren der Erhebung vor der

Bildung der alten Steinkohlenformation nachweisen, indem das Kohlengebirge von Planitz bei Zwickau zwar in der Streichungslinie des ganzen Gebirges, aber doch abweichend und übergreifend auf den alten Schiefern gefunden wird, ebenso nahe der Saale der Zechstein und bunte Sandstein. Das Gleiche gilt vom Harze, in welchem schon deutlich die karakteristische Streichungslinie in dem Granit und in den Grünsteinen nachweisbar wird. Endlich ist es gewifs auch derselbe Fall mit der Hauptkette der Alpen, welche im veränderten Zustande höchst wahrscheinlich schon vorhanden war, als die Molasse in dem Seebecken zwischen Alpen und Jura sich absetzte. Pasini hat auf dem Südabhange derselben (im Vicentinischen) wenigstens zehn nacheinander folgende Erhebungs-Perioden erkennen wollen, und Elie de Beaumont selbst ist neuerlich vermocht worden, in den Pyrenäen vier verschiedene Erhebungs-Perioden anzuerkennen.

Dennoch, wir wiederholen es, bleibt die Ansicht von Elie de Beaumont in der Hauptsache unangetastet; sie ist eine der wichtigsten, folgenreichsten Fortschritte im Gebiete der theoretischen Geologie und wohl geeignet, für unsere geschichtliche Darstellung des Entwicklungsganges dieser Wissenschaft den Schlufsstein zu bilden.

Ueber die Vulkane

und

die mit ihnen verbundenen Erscheinungen.

Das grofsartige Phänomen der Vulkane und die mit ihm aus gemeinsamer Quelle entspringenden Vorgänge stehen mit der Bildungs- und Entwicklungsgeschichte unserer Erdrinde in so vielseitiger und inniger Beziehung, dafs es passend scheint, einer speziellen Betrachtung derselben einige Erläuterungen vorauszuschicken, welche geeignet sind, uns auf den Standpunkt zu versetzen, von dem aus wir einen so würdigen Gegenstand der Erforschung mit gröfserer Klarheit und erhöhter Theilnahme zu überschauen vermögen.

Schon ein flüchtiger Blick auf die Beschaffenheit der Erdoberfläche erweckt die Vorstellung, dafs dieselbe seit den Zeiten ihrer ersten Bildung einem mannigfachen Wechsel von Einflüssen unregelmäfsiger Art unterworfen gewesen sey, welche ihren ursprünglichen Zustand in den gegenwärtigen umänderten. Was für Vorstellungen wir auch überhaupt über die ursprüngliche Entstehung unseres Planeten fassen mögen, so kommen wir doch auf diejenigen zurück, dafs derselbe im Allgemeinen die Gestalt und Beschaffenheit eines Rotations-Späroids besitzt, dessen ursprüngliches Material sich symmetrisch um einen gemeinsamen Mittelpunkt unter den Einflüssen der Axendrehung zusammengeballt hat. Diese Vorstellung, welche sich im Ganzen mit so bewundernswürdiger Genauigkeit bewährt hat, findet jedoch einige sehr wesentliche und beachtenswerthe Ausnahmen. Der Gedanke,

welcher ihr zum Grunde liegt, setzt es als nothwendig voraus, daſs die festeren, schwereren Theile des Erdkörpers seinem Mittelpunkte genähert, die leichteren und noch im flüssigen oder gasförmigen Zustande befindlichen dagegen nach der Oberfläche entfernt wurden, daſs mit andern Worten ein aus fester Masse gebildetes Sphäroid mit symmetrisch gekrümmter Ebene als Oberfläche den Kern, eine so regelmäſsig um dasselbe gelagerte Wassermasse und eine gasförmige Atmosphäre die koncentrisch denselben ringsum bedeckende Hülle unseres Erdkörpers bilden müsse. Aber groſse, in unregelmäſsig gebildeten Umrissen, scheinbar ohne Ordnung und Gesetz abgegrenzte Kontinental-Massen erheben sich mehrfältig über die Wasserhülle, und entfernen sich um ein Beträchtliches mehr als die Oberfläche derselben von dem Mittelpunkte des Erdkörpers. Ihr Erscheinen ist mithin eine sehr wesentliche Abweichung von der allgemeinen Regel der Erdbildung, und es bleibt gewiſs entschieden eine sehr merkwürdige Thatsache, daſs durch diese Ausnahme zugleich das Bestehen der reichhaltigen organischen Schöpfung des Festlandes, so wie auch die Grundlage zu dem physischen Daseyn des Menschengeschlechtes bedingt ist.

Mehr noch, als die einfache äuſsere Erscheinung der Kontinente mit ihren unregelmäſsigen Umrissen gegen das allgemeine Gewässer, bestärkt ein Anblick ihrer Oberfläche in der Vorstellung von dem ehemaligen Daseyn mit ihr vorgegangener bedeutender Veränderungen. Ein unzähliger Wechsel unregelmäſsig vertheilter Unebenheiten, das Erscheinen plötzlich aufsteigender Gebirgsketten und tief einschneidender Thäler, welche dieselben mannigfaltig zerstückeln, die Durchfurchungen der flieſsenden Gewässer in dem Hügellande und in den Ebenen nahe dem Meere, das Vorkommen augenscheinlich einst zusammengehöriger Inselreihen, längs der Küstensäume durch spätere Ereignisse getrennt; alles die-

ses und noch manche andere untergeordnete Erscheinung sprechen gleich sehr zu Gunsten jener eben berührten Ansicht, welche daher auch von Allen gefafst worden, welche die Natur über diesen Gegenstand zu befragen versucht haben.

Wollen wir indefs eine vollkommnere Ansicht von der Beschaffenheit der Rinde unseres Erdkörpers erlangen, und darnach jene Vorgänge gründlicher beurtheilen, welche die Veränderungen ihres ursprünglichen Zustandes erzeugt haben, so wird es nöthig, von der rein geographischen Betrachtung ihrer Oberfläche zu der geologischen, d. h. zu der Erforschung ihrer innern Zusammensetzung überzugehen. Die tief eingeschnittenen Gebirgsthäler, welche den Körper der Bergketten sehr häufig von ihren Gipfeln bis zur Basis zerspalten, bieten dazu eine sehr willkommene Gelegenheit, und es wird zugleich nur noch wünschenswerth, aufser ihnen auch die Aufschlüsse zu Rathe zu ziehen, welche in den Ebenen und in den niedrigen Theilen des Festlandes durch minder grofsartige natürliche Verhältnisse sowohl, als durch künstliche Entblöfsungen sich ergeben.

Ueberschauen wir nun im Allgemeinen die Resultate, welche das Studium dieser Verhältnisse uns darbietet.

Schon eine etwas genauere Untersuchung des Landes, welches vorwaltend die Meereskusten der Kontinente und die Ebenen am Fufse der Gebirge zu bilden pflegt, dient in hohem Grade dazu, die Vorstellung von einst stattgefundenen Veränderungen in dem ursprünglichen Zustande unserer Erdrinde zu befestigen. Denn wir finden diesen Boden stets vorwaltend aus lockerem Erdreich, aus lose und unregelmäfsig übereinandergeschütteten Steinen, Sand, Schutt und Gerölle gebildet, welche gewöhnlich bis zu sehr ansehnlichen und sehr oft selbst bis zu unbekannten Tiefen sich aufhäufen. Eine sehr leicht anzustellende Prüfung des Materials aber, welches diese im Zustande mechanischer Zerkleinerung befindli-

chen Steinmassen zusammensetzt, lehrt, dafs dieselben nur aus mehr oder minder abgerollten Trümmern früher erzeugter Gebirgsarten gebildet werden, welche oft noch von derselben Beschaffenheit fest anstehend in grofsen Massen aus dem Schuttlande hervorragende Felsen bilden.

Eins der grofsartigsten und zugleich auch das uns am nächsten liegende Beispiel solcher Verhältnisse zeigt unstreitig die norddeutsche Ebene, deren Rand wir bewohnen. Von den Ufern der Ost- und Nordsee erstreckt sich dieselbe bis tief in das Innere von Rufsland, und berührt dann mit ihren entgegengesetzten Enden, fast ohne alle wesentliche Unterbrechung, die Ufer des schwarzen, des kaspischen und des weifsen oder des nördlichen Eismeeres. Diese ganze ungeheure Erstreckung eines gleichförmigen Flachlandes von 107000 geographischen Quadratmeilen Flächeninhalt, dessen höchste Erhebungen über dem Meere kaum mehr als 150 Toisen betragen mögen, wird bis zu unbekannter Tiefe aus den zerstörten und zerkleinerten Bruchstücken früher zusammenhängender, fest anstehender Gesteinmassen gebildet; in ihrer äufsersten Zerreibung feinen Sand bildend, erscheinen sie kenntlicher in oft sehr zahlreichen Geröllmassen und hin und wieder in sehr ansehnlichen Blöcken, welche zum Theil wieder an noch unzerstört gebliebene Felsmassen erinnern, falls sie nicht lose überall ringsum frei in der lockern Schuttmasse auftreten. Eine genauere Untersuchung dieser Bruchstücke hat aber hier mit Sicherheit erwiesen, dafs sie weit vorwaltend solchen Gebirgsarten gehören, welche in Massen fest anstehend die unsere Ebene in Norden einfassenden Höhenzüge der skandinavischen Gebirge bilden. Ueberall finden wir in unsern Umgebungen Reste von Mineralgattungen und Fossilien zerstreut, welche in ursprünglicher Verbindung mit allen denselben zufälligen Erscheinungen aufserdem nur in den Gebirgen Skan-

dinaviens bekannt sind; gegen das Innere von Rufsland, in Polen u. s. w. zeigen dieselben sich übereinstimmend mit den Abänderungen der in Finnland fest anstehenden Gebirgsarten.

Was wir so eben in dem grofsen Flachlande Mittel-Europa's bemerkt haben, finden wir ganz ähnlich weiter südlich in den Ebenen an dem Fufse hoher Gebirgsketten wieder. Den ganzen Nord- und Südrand der Alpen, insbesondere aber den ersteren, welcher nicht durch zwischen eingreifende Meeresarme unterbrochen wird, bilden weit ausgedehnte Länderstrecken, welche, wie das Hügelland in der sogenannten flachen Schweiz, die etwa 1500 F. über dem Meere aufsteigende Hochfläche von Südbaiern, die daran durch das Donauthal sich anreihenden Ebenen Nieder-Oestreichs und die Niederungen von Ungarn, ganz aus locker gehäuftem Schutt und aus Trümmern solcher Gesteine gebildet werden, welche fest wurzelnd in dem Innern der Erdrinde noch heute das Gerüste jener ansehnlichen Gebirgskämme zusammensetzen, welche von den Ufern des mittelländischen Meeres bis nach Ungarn hinein ununterbrochen zusammenhängend die Grundgestalt unseres Erdtheiles, die vorwaltende Längenausdehnung Europa's von W. nach O. zu bedingen scheinen.

Ganz in ähnlicher Weise kennen wir die einförmige Sand- und Schutt-Ebene der Landes, an dem Nordrande der Pyrenäen, bis zum Ufer der Garonne und des Meeres wieder, und wir dürfen in der That nicht noch andere zahlreiche Beispiele ähnlicher Erscheinungen ins Gedächtnifs rufen, um zu der Ueberzeugung zu gelangen, dafs es ein lange anhaltender und in einem sehr kolossalen Maafsstabe entwickelter Zerstörungsvorgang gewesen seyn müsse, welcher im Stande war, so ansehnliche Trümmer- und Schuttmassen als Spuren seiner Thätigkeit in so weit verbreiteter Ausdehnung und Mächtigkeit zurückzulassen.

Untersuchen wir, weiter in das Innere der Erdrinde eindringend, die den lockern Schutt- und Geröllmassen zunächst unterliegenden festern Gesteinarten, so lernen wir, dafs der eben berührte Zerstörungsvorgang keinesweges in der Ausbildungsgeschichte der Erdrinde vereinzelt dasteht. Wir finden im Innern der scheinbar seit dem Tage der Schöpfung unberührt gebliebenen festen Massen sehr zahlreiche und unwiderlegliche Beweise von successiver Bildung und wiederholter Zerstörung des früher Gebildeten, und diefs selbst oft in viel gröfserer Allgemeinheit und Ausdehnung, als in den Produkten eines Zustandes der Erdoberfläche wieder, welcher der gegenwärtigen Periode der Schöpfung am nächsten steht. Es wird daher der Mühe nicht ganz unwerth seyn, einige der hauptsächlichsten dieser Beispiele hier kurz zu betrachten.

Die jüngsten, zu oberst liegenden Gesteine, welche im regelmäfsigen Zustande zunächst unter der lockern Bedeckung mit Schutt und Trümmergesteinen vorkommen, bieten eine Reihe neuer Erscheinungen dar, welche ganz geeignet sind unsern Gesichtskreis zu erweitern, und uns eine vollkommnere Einsicht in die Entwicklungsgeschichte der Erdrinde zu geben. Wir finden diese Gesteine in Bänke oder in Schichten gesondert, welche sich meist wagerecht oder in sanften Neigungen ausdehnen, und vollkommen den erhärteten, wagerecht übereinander gelagerten Absätzen von thoniger, schlammiger oder kalkreicher Natur gleichen, welche sich heute durch die hineingeführten Substanzen auf dem Boden unserer Seebecken, an den Ufern des Meeres und insbesondere in den Mündungen der Ströme bilden. Diese Erscheinung berechtigt zu dem Schlusse, dafs auch die hier in Frage stehenden Gesteine als das Produkt eines successiven Absatzes aus Gewässern müssen betrachtet werden.

Wir finden als neue Zeugen von der Richtigkeit dieser Ansicht diese Schichten vorherrschend erfüllt mit

den zahlreichen und bis auf ihre zartesten Theile wohl erhaltenen Ueberresten der organischen Geschöpfe, welche gegenwärtig noch den Grund unserer Meere bewohnen, grofsentheils noch mit denselben Gestalten wohl erkennbarer Spezies, welche die gegenwärtige Schöpfung lebend enthält, oder doch in sehr ähnlichen Formen. Zahlreiche Korallen-Riffe, denjenigen ganz ähnlich, welche noch heute unter unsern Augen aus dem Schoofse des Meeres hervortauchen, finden wir gegenwärtig oft tief im Innern des Festlandes; zahlreiche Muschelbänke, welche ganz denen des gegenwärtigen Meeres gleichen, bilden heute den Boden fruchtbarer Feldflächen und verbreiten sich über ganze Provinzen.

Was aber unstreitig noch viel merkwürdiger ist: diese so augenscheinlich von den Gewässern des Meeres erzeugten und genährten Gegenstände liegen gegenwärtig nicht nur aufserhalb des Bereiches derselben, sondern sie erheben sich selbst sogar zu sehr ansehnlichen Abständen über den Meeresspiegel, dessen Grund sie einst bildeten, zu den Gipfeln beträchtlicher Berge, welchen sie so unverrückt in wagerechter Stellung sich auflagern, gleich als befänden sie sich noch genau an dem Orte, wo sie vormals erzeugt wurden.

Diese Wahrnehmungen aber nöthigen entschieden zu der Schlufsfolge, dafs es einst eine Periode gegeben habe, in welcher die Meere das was jetzt Festland ist, zu sehr ansehnlicher Höhe bedeckten, und in welcher sie lange genug in dieser von der gegenwärtigen so ganz abweichenden Lage verweilt haben, um ihren zahlreichen Bewohnern die Zeit zu lassen, sich in mehrfach wiederholten Generationen entwickeln zu können.

Bei noch tieferem Eindringen in das Innere der Erdrinde entfalten sich nicht minder merkwürdige, wenn gleich stets analoge Erscheinungen, mit mannigfaltig modificirtem Karakter.

Unmittelbar unter den wagerechten Schichten der

jungen, vorherrschend von dem Meere gebildeten Formation, welche wir eben betrachtet haben, finden sich andere von sehr analogem Karakter in Beziehung auf die Beschaffenheit und das Gefüge und die Verbindungsweise ihrer Bestandtheile. Viele derselben sind aus Kalkmasse gebildet, andere dagegen bestehen in sehr groſser Ausdehnung aus den mehr oder minder klein geriebenen Bestandtheilen älterer, früher gebildeter Gebirgsarten; sie sind Trümmergesteine, welche je nach dem Zustande der Zerkleinerung und der Gestalt dieser ihrer Bestandtheile mit dem Namen: Sandsteine, Konglomerate, Breccien belegt werden. Beide, sowohl die Kalk- als die Trümmergesteine, schlieſsen die Reste einer bei ihrer Bildung lebenden organischen Schöpfung, in ähnlicher Mannigfaltigkeit ihrer Formen wie zuvor, ein, und man würde sie den Schichten der neueren Periode noch füglich vergleichen können, zeigten sie nicht schon in ganz allgemeinen Verhältnissen einige sehr wesentliche und einfluſsreiche Abweichungen.

Die Schichten dieser älteren Bildung befinden sich nicht mehr, wie die ihrer aufliegenden, in wagerechter Lage. Sie sind vielmehr oft herrschend mehr oder minder stark gegen die Horizontal-Ebene geneigt, und wir sehen sie daher häufig schon an der Oberfläche der Ebenen nur mit den Queerdurchschnitten ihrer senkrechten Stärke oder Mächtigkeit ausragen. Senkrecht aufgerichtet bilden sie in meilenweiten Erstreckungen und in linearer, meist geradliniger Richtung steile Felswände, welche den Abfall und die Einfassungen der Thäler in dem Innern der Gebirge zu bezeichnen pflegen. Wir sehen sie nicht selten sogar sehr deutlich zerbrochen, mannigfaltig gekrümmt und geknickt, durcheinandergeschoben, und selbst in so widersinniger Lage übereinander herfallend, daſs die ursprünglich früher gebildeten, unterliegenden, stellenweise die neueren, ursprünglich aufliegenden bedecken. Kein Wunder, daſs schon der einfache Anblick dieser Erscheinungen die

Vorstellung erregt, dafs die in ältern Zeiten gebildeten Schichten wie die neueren einst in wagerechter Lage abgesetzt, und später durch eine zerreifsende und umstürzende Gewalt erhoben, verbogen und in ihre gegenwärtige Lage versetzt wurden.

Wir sehen aus ihrer ursprünglichen Stellung gerückte, erhobene, zerrissene Schichten von andern bedeckt, welche noch in ihrer ursprünglich wagerechten Lage verharren, denen mithin von den verändernden Einflüssen, welche auf die ersten einwirkten, sich nichts mittheilte; sehr natürlich daher werden wir schliefsen, dafs die Vorgänge der Erhebung und Zerreifsung älterer Schichten in eine Zeit fielen, in welcher die jüngeren Schichten sich noch nicht gebildet hatten, denn waren sie bereits vorhanden als die älteren sich erhoben, so ist nicht abzusehen, warum sie an der Veränderung in der Stellung derselben keinen Theil sollten genommen haben.

Wir erhalten so aus den Resultaten einer leicht fafslichen Untersuchung ein überraschendes Hülfsmittel, über das relative Alter der Veränderungen, welche unsere Erdrinde erlitten hat, bestimmteren Aufschlufs zu verschaffen und uns zu überzeugen, dafs diese Veränderungen mehrfach statt gefunden haben. Wenn es hier zu weit führen würde, von dieser Thatsache eine Anwendung zu machen, so ist doch zu erwähnen, dafs fortgesetzte Beobachtungen bereits eine Reihenfolge solcher Veränderungen, welche mit Zerreifsungen und Erhebungen älterer Gebirgsschichten und darauf folgender ruhiger Ablagerung jüngerer verknüpft waren, haben erweisen lassen. Auf diese und ähnliche Thatsachen hauptsächlich gründete schon Büffon die geistreiche Darstellung dessen, was er so schön die Epochen der Natur nannte.

Weiter fortschreitend in den übersichtlichen Betrachtungen der Veränderungen, welche die Erdrinde während der Zeit ihrer Ausbildung erlitten hat, dürfen wir nicht bei den Fällen der Zerstörung und der Ver-

änderung in der relativen Lage successiv gebildeter Massen stehen bleiben; es zeigt sich, dafs die damit verbundenen Ereignisse noch von ganz anderer und tiefer eingreifender Natur waren.

Genauere Forschungen über die Beschaffenheit der organischen Geschöpfe, deren Reste wir in den älteren geneigten Schichten der Erdrinde eingeschlossen finden, belehren uns nämlich, dafs sie denen der bedeckenden Schichten, in Beziehung auf ihre Form und die Spuren ihrer inneren Organisation, zwar oft sehr ähnlich, aber nicht gleich sind. Diese älteren Pflanzen- und Thier-Arten sind nicht durch allmälige Veränderung ihrer Karaktere etwa in die Formen der neueren Zeit successive umgewandelt, sondern die Reihenfolge von Schichten, in welchen Geschöpfe gewisser Arten vorkommen, ist vielmehr mit auffallender Bestimmtheit, scharf und genau bezeichnet; wir können sehr sicher den Punkt bestimmen, von wo ab nach oben so wie nach unten diese Eigenthümlichkeit aufhört, und von wo an Thier- und Pflanzenformen einer neuen Welt von bisher nicht gesehenen Platz machen. Diese sehr merkwürdige Thatsache nöthigt zu dem Schlusse: dafs es unter den Veränderungen, welche die Erdrinde betrafen, Katastrophen gegeben habe, welche im Stande waren, ganze organische Schöpfungen untergehen zu lassen und sie für immer zu vernichten.

Mitten von Meeresprodukten umschlossen finden wir sehr häufig einzelne Schichtenfolgen, welche nur Land- und Süfswasserprodukte in Pflanzen- und Thierformen führen, mehrfältig wiederholt übereinander, woraus folgt: dafs diese Veränderungen einzelne Theile der Erdrinde so betrafen, dafs abwechselnd mehrfach dieselben Stellen dem Festlande gehörten, welche nachher wieder vom Meere überfluthet wurden. Die auf's Trockne gesetzten Antheile des Festlandes mufsten zugleich hinreichende Zeit in diesem Zustande verweilt haben, um zu der Ent-

wicklung zahlreicher Generationen von ihm angehörigen Geschöpfen Gelegenheit zu geben, und später mufste derselbe Fall mit den wiederholentlich erfolgten Meeresbedeckungen eintreten.

Eine genauere Vergleichung der Formen und der Wohnorte ferner, welche die Geschöpfe der Vorwelt zeigen, lehrt uns, dafs diejenigen derselben, welche mit noch lebenden die meiste Analogie haben, gewöhnlich vorzugsweise solchen gehören, welche gegenwärtig in ganz andern Klimaten vorkommen als da statt finden, wo ihre Ueberreste sich noch wohl erhalten vorfinden. Die wunderbarsten Abweichungen in der Beschaffenheit der Vorwelt von dem gegenwärtigen Zustande unserer Erdoberfläche sind aufgefunden; die so zahlreich in unsern Breiten und selbst bis an die Küsten des Polarmeeres gefundenen Ueberreste von Elephanten, Rhinoceronten, Nilpferden und anderen der Aequatorial-Zone angehörigen Thieren sind eine allgemein bekannte Thatsache. Aeltere Erdschichten enthalten bei uns, und wie man neuerlich erst entdeckt hat auch noch in sehr hohen nördlichen Breiten, die Ueberreste von ganzen Wäldern baumartiger Farrnkräuter, Palmen, gigantischer Equiseten, Lykopodiaceen, und es entwickelt sich daraus auf eine sehr naturgemäfse Weise der Schlufs, dafs die Katastrophen, welche in verschiedenen Perioden der Erdbildung eintraten, um die bestehende organische Schöpfung zu vernichten, zugleich im Stande waren Einflufs auf die Veränderungen in der Vertheilung der Klimate auszuüben; dafs sie also wiederholt von der tief eingreifendsten Art waren.

Aus dem Zustande der Versteinerungen ist sehr wohl zu entnehmen, dafs die während der Bildung unserer Erdrinde statt gefundenen Revolutionen nicht nur wiederholt, sondern auch plötzlich eintraten. Schon die scharfe Trennung, durch welche die Thier- und Pflanzengattungen nacheinander folgender Schöpfungen von

einander geschieden sind, beweist diefs, doch überzeugender noch bestätigt der Zustand, in welchem wir diese untergegangenen Reste in den Gebirgsschichten selbst eingeschlossen finden, diese sehr wichtige Thatsache, dafs sie ihren Untergang plötzlich und unerwartet, und nicht durch allmäliges Verkümmern und Absterben gefunden haben. Wir finden im Steinkohlengebirge Farrnkräuter bis auf ihre feinsten Theile erhalten, welche im Augenblicke, wo sie von den darüber hergeschütteten Schichten begraben und vertilgt wurden, Samen zur Reife gebracht hatten; wir finden häufig Baumstämme in den Schichten noch aufrecht stehend auf dem Boden, auf welchem sie einst lebend wurzelten, und selbst Früchte in ihrer Nähe zerstreut, welche beweisen, dafs sie nicht abgestorben, sondern frisch in die umgebenden Gebirgsschichten verwickelt wurden. Die Korallen-Riffe und Muschelbänke in den Kalksteingebirgen befinden sich sehr häufig in einem solchen Zustande von Frische und schöner Erhaltung ihrer Theilchen, dafs wir glauben könnten, sie seyen so eben erst vom Meere verlassen worden. Wir sehen aus den Korallengehäusen im frischen Wachsthume überall junge Zweige entspringen, welche eben hervorsprofsten als sie untergingen; wir sehen die zarteste Muschelbrut zwischen den ausgebildeten Individuen derselben Gattung in ihrer ursprünglichen Lage unverrückt liegen, Alles in fröhlichem Gedeihen und Fortbilden, nicht im Absterben und Verkümmern begriffen, da die zerstörende Katastrophe sie überraschte.

Es mufs daher die ganze Reihe von Erscheinungen, welche die einzelnen furchtbaren Katastrophen unserer Erdrinde begleiteten, fast das Werk eines Augenblickes gewesen seyn. Thiere und Pflanzen fremder Formen und ganz abweichender Klimate sind nicht allmälig abgestorben und haben andern Platz gemacht, sondern die Bedingungen, welche zu ihrer Existenz gehörten, haben

plötzlich aufgehört und sind durch neue ersetzt worden, welche eine andere organische Schöpfung mit sich führten.

Aber entgegengesetzt den merkwürdigen Folgerungen, welche das Daseyn von Resten einer untergegangenen organischen Schöpfung zu machen gestattet, leitet gerade auch das Fehlen derselben in vielen Fällen zu Schlüssen, welche für die Entwicklungsgeschichte unserer Erdrinde nicht minder bedeutungsvoll sind.

Ueberall nämlich, wo wir bis in eine gewisse Tiefe durch die geneigten und mit organischen Resten erfüllten Schichten eindringen, kommen wir zuletzt auf eine Reihenfolge von anderen Gebirgsarten, welche sich sehr entschieden dadurch auszeichnen, dafs sie niemals Spuren organischer Körper enthalten, und auch durch die Natur ihrer Masse von der Beschaffenheit der aufgelagerten Gebirgsarten abweichen. Wir müssen daher annehmen, dafs zur Zeit ihrer Entstehung keine organischen Geschöpfe vorhanden waren, und zwar wohl deshalb, weil die Bedingungen in der Beschaffenheit des Wassers und der Atmosphäre fehlten, welche zum Bestehen derselben nothwendig sind. Ein anderer merkwürdiger Umstand ist es, dafs diese scheinbar ältesten unter den bekannten Theilen unserer Erdrinde nicht, wie alle später gebildeten, zugleich auch Trümmergesteine einschliefsen, und wir werden dadurch zu dem bis jetzt stets bestätigten Schlusse geleitet, dafs zur Zeit ihrer Entstehung noch keine ältere, fest erhärtete Gebirgsart vorhanden war, welche hätte zerstört werden können. Nichts desto weniger ist es nothwendig, sich hiebei zu erinnern, dafs diese ältesten Gebirgsarten keinesweges, wie so oft geglaubt und dargestellt worden, Theil an der Zusammensetzung des wahren Kernes unseres Planeten nehmen, sondern dafs sie nur zu den Oberflächen-Erscheinungen gerechnet werden können, welche im Verhältnisse zu der ganzen Masse des Erdkörpers kaum in Betracht kommen,

und mit derselben, selbst nach unsern beschränkten Erfahrungen von dem Innern der Erde, nicht verwechselt werden dürfen.

Aufser dieser allgemeinen Erfahrung über das Auftreten versteinerungsloser Schichten aus der ältesten Zeit, treffen wir auch in allen Perioden der Bildung unserer Erdrinde Gesteine, welche mitten zwischen den Schichten solcher Gesteine liegen, die von fossilen Resten erfüllt sind und selbst niemals die Spuren organischer Körper enthalten. Ihr Erscheinen zeigt zugleich niemals die Regelmäfsigkeit in der Aufeinanderfolge und Verbreitung, welche wir an den Trümmergebirgsarten und Kalksteinen bemerken; ihnen fehlt meist jene so regelmäfsig beobachtete Schichtung, ihre Mächtigkeit ist oft sehr abwechselnd, und ihre Masse oft den ältesten versteinerungsbaren Gebirgsarten in hohem Grade ähnlich. Wir können daher nur schliefsen: dafs die Ursachen der Entstehung solcher Gesteine von denen der früher betrachteten abweichend und dafs sie an Bedingungen geknüpft gewesen seyen, welche mit dem Leben der schon vorhandenen organischen Geschöpfe nicht vereinigt werden konnten.

Gehen wir von der Betrachtung dieser sich beim Studium unserer Erdrinde darbietenden Erscheinungen zu der Erforschung der Grund-Ursachen über, welche im Stande waren dieselben hervorzubringen, so entsteht sehr natürlich die Frage, ob die noch gegenwärtig in der Natur thätigen Kräfte mit einiger Wahrscheinlichkeit in einem solchen Kausal-Verhältnisse gedacht werden können; ob noch gegenwärtig unter unsern Augen durch bekannte Kräfte an der Erdoberfläche Veränderungen erzeugt werden, welche mit denen vergangener Perioden einigermafsen zu vergleichen sind. Was giebt es für Thätigkeiten in der Natur, welche im Stande wären, das gegenwärtige Festland in Meeresgrund zu verwandeln; was giebt es hinwiederum für Kräfte, welche den Mee-

resgrund über den allgemeinen Wasserspiegel zu erheben vermögen, welche den Umsturz und die Aufrichtung ganzer, weit ausgedehnter, wagerechter Länderstrecken bewirken, und die Oberfläche derselben in ungeheurer Ausdehnung und Mächtigkeit mit Schutt und Trümmern früher gebildeter Gebirgsarten bedecken können; welcher Art endlich sind die Ursachen, welche dazu wirken können, bestehende organische Schöpfungen in ihrer Blüthe zu vertilgen, Veränderungen in den klimatischen Verhältnissen der Länder zu bewirken, und neue, zuvor nicht dagewesene Formen organischer Körper an die Stelle der verschwundenen zu setzen?

Die Lösung dieser für die Kenntnifs der Bildungsgeschichte unserer Erdrinde so überaus wichtigen Fragen begreift mit wenigen Worten in der That nichts Anderes, als den ganzen Umfang wissenschaftlicher Geologie. Es wird genügen, hier nur ganz im Allgemeinen zu zeigen, welcher Mittel man sich bedient hat, um bei so schwierigen und verwickelten Verhältnissen zu einigermafsen befriedigenden Resultaten zu gelangen.

Unter den Potenzen, welche noch bei dem gegenwärtigen Zustande der Erdoberfläche im Stande sind sehr auffallende Veränderungen zu erzeugen, und welche hierin erweislich fortwährend thätig sind, giebt es zwei, welche vor Allem durch ihre Allgemeinheit und durch ihr tiefes Eingreifen in alle Theile der Erdrinde sich auszeichnen, und welche wir daher auch vorzugsweise als die Triebfeder grofser Ereignisse in der Vorzeit ansehen dürfen; es sind diese: das Wasser der Atmosphäre, des Festlandes und der Meere, und die Gewalt der Vulkane, ausbrechend an der Oberfläche des Festlandes oder auf dem Boden des Meeres.

Beide Agentien sind von ganz allgemeiner Natur; denn das Wasser, sey es als Dampf, als tropfbar-flüssige oder als feste gefrorene Masse, durchdringt alle Theile der Erdrinde, und es kann mit seinen Wirkungen über-

all dahin gelangen, wohin unsere Beobachtungen über statt gefundene Veränderungen hinabreichen. Der vulkanische Procefs aber ist nicht minder ein allgemeiner, überall eingreifender, und wenn gleich man ihn lange Zeit nur zu den lokal oder sehr eng beschränkten und sehr neuen Erscheinungen hat zählen wollen, so werden wir doch in dem Verlaufe dieser Darstellungen sehen, dafs er zu allen Zeiten der Entwicklung der Erdrinde thätig gewesen sey, und in einer Ausdehnung gewirkt habe, welche jener der allgemein verbreiteten Gewässer füglich darf an die Seite gestellt werden. Die Wirkungen, welche beide Potenzen gegenwärtig erweislich noch ausüben, werden uns erlauben, einen Schlufs auf die in der Vergangenheit vorgefallenen Veränderungen zu machen, deren Denkmäler uns in der Zusammensetzung der Erdrinde bewahrt werden.

Verändernde Gewalt des Gewässers. Die Wirkungen, welche das Wasser noch unter unsern Augen auf die festen Theile der Erdrinde ausübt, sind ihrem Grund-Karakter nach zwiefacher Art, nämlich theils mechanisch, theils chemisch. Mechanisch wirkt das Wasser, indem es in die festen Theile der Erdrinde eindringt, sie auflockert, auseinanderreifst, mit sich fortrollt und an andern Orten wieder zusammenführt, indem es Felsmassen in Blöcke und Blöcke in Sandkörner verwandelt. Chemisch dagegen ist die Wirkung, wenn das Wasser die festen Bestandtheile angreift und sie zur Verwitterung und Zersetzung, zur Veränderung ihrer chemischen Beschaffenheit zwingt; chemisch wirkt es, wenn es sie auflöst oder sie aus der Reihe der festen Körper verschwinden macht, um sie dann anderweitig in veränderter Beschaffenheit niederschlagen und absetzen zu können. Auf beiden Wegen können früher vorhandene Theile der Erdoberfläche zerstört, aber auch ebenso neu wieder gebildet werden, und von einem andern Gesichtspunkte aus betrachtet, theilen sich daher auch die

Wir-

Wirkungen des Gewässers in zerstörende und reproducirende.

Mechanische Wirkungen des Gewässers. Diese Art der Einwirkung zeigt sich in dem gegenwärtigen Zustande der Erdoberfläche ausgezeichnet in den Gebirgen, wo die bedeutenden Niveau-Unterschiede und die durch Unebenheiten vergröfserte, oft nackte Oberfläche dem Eindringen und Fortschreiten des Wassers, der Verstärkung seiner Kräfte oft günstige Gelegenheit darbietet. Wasser, das als Regen und als Schnee aus der Atmosphäre niedergeschlagen wird, erscheint hier am häufigsten und am reichhaltigsten, und überall sieht man daher hier auch Spuren seiner Einflüsse. Regenwasser, das in's Innere der zerklüfteten Felsmassen steiler Gipfel dringt, wirkt besonders in dem Zustande des Gefrierens ein, da es die Eigenschaft hat, sich beim Festwerden auszudehnen. Es zersprengt auf diese Weise, wenn gleich sehr allmälig wirkend, das feste Gestein, treibt es nach den Klüften auseinander, und umgiebt so die noch feststehenden Gipfel mit einer zerstreuten Schutt- und Trümmermasse. Selbst schon in unsern niederen und an starken Kontrasten in der Erhebung armen Gebirgen sind die Folgen dieser allmäligen Wirkung sehr auffallend. Die Erscheinungen, welche sie veranlafst, sind natürlich sehr verschieden, je nach der Beschaffenheit der Gebirgsarten, auf welche sie einwirkt, und wohl kaum mag es darunter ausgezeichnetere geben, als die Eigenthümlichkeit so vieler Granitberge, sich an ihrer Oberfläche mit abgerundeten Blöcken, und oft von sehr ansehnlichen Dimensionen, zu bedecken, ein Verhältnifs, das an Granitkuppen des Harzes (Teufelsmühle, Brokken), des Riesen- und Fichtelgebirges auf eine sehr karakteristische Weise hervortritt und Veranlassung zu zahlreichen Deutungen gegeben hat.

Die ungeheuren Eis- und Schneelasten, welche in den Hochgebirgen als Gletscher das ganze Jahr hin-

durch fortdauern, wirken verändernd auf die Erdoberfläche ein, durch Zerspaltung und die geneigten Unterlagen werden dieselben nach ihren Rändern hin mit sehr grofser Gewalt weiter vorwärts und auseinander geschoben, und rücken, wenn sie zu mächtig werden um abschmelzen zu können, bis tief gegen die Basis der Gebirge in die bewohnten und an Vegetation reichen Abhänge der Thäler vor. Sie schleifen mechanisch bei diesem Vorrücken ihre feste Gesteinsunterlage ab, und die auf ihrer Oberfläche herabgerollten Steinmassen werden beständig nach den Grenzen herausgetragen, wo sie in weit ausgedehnten dammartigen Ausbreitungen die sogenannten Gletscherwälle oder Moraines bilden. Kommen die Gletscher bei ihrem Fortwachsen an den Rand steiler und überhängender Abhänge, so stürzen sie zuweilen mit einem Theile ihrer unterliegenden Felsmasse, wenn der Druck zu grofs wird, in die Tiefe, und veranlassen dann schauderhafte Verwüstungen, deren die Geschichte uns selbst aus den neuesten Zeiten im Alpengebiete noch mehrfach berichtet *).

Endlich mögen wir noch im Vorbeigehen des Transportes mächtiger Felsblöcke, Geröll- und Schuttmassen gedenken, welche auf Eisschollen an der Oberfläche der Landseen oder des Meeres von den Küsten oder vom Grunde her abgelöst und, je nach den Umständen, oft in sehr ansehnliche Entfernungen geführt und an Orten wieder abgesetzt werden können, wo ihr Vorkommen nach dem Wegschmelzen des Eises, nach dem Abtrocknen der Oberfläche u. s. w. oft sehr schwierig erklärbar ist. Diese Erscheinung wird heut zu Tage insbesondere noch sehr häufig in den Gebirgsseen von Schweden, Norwegen und Nordamerika beschrieben; die Eisschollen in den Meeren der Polarzone, in der Nähe der Küsten von Spitzbergen, in

*) Dorf Randa.

der Baffins-Bay u. s. w., welche durch die Strömungen oft in sehr grofse Entfernungen getrieben werden, tragen nach den Aussagen der Seefahrer ganz gewöhnlich oft sehr ansehnliche Stücke von den Gebirgsarten der Küsten fort, an deren Rändern sie sich einst bildeten.

Nicht minder auffallend als die verändernden Einflüsse des Wassers in seinem gefrornen Zustande, ja wichtiger und allgemeiner noch sind diejenigen, welche es in Quellen und Giefsbächen der Gebirge gesammelt ausübt, und dann in mehr oder minder ansehnlichen Strömen die niedrigeren Theile der Erdoberfläche durchstreifend dem Meere zueilt. Dafs das Gewässer in solchem Zustande vermögend sey, unverhältnifsmäfsig grofse Lasten mit sich fortzuwälzen, dafs es die Trümmermassen, welche an den Abhängen der Berge zerstreut liegen, stets angreift und weiter fortführt, ist allen denjenigen eine geläufige Thatsache, welche je Zeugen von den Verwüstungen gewesen sind, welche ein einziger Gebirgsbach bei aufserordentlichen Anschwellungen in dem Zeitraume von wenigen Stunden anzurichten im Stande ist, und wir können danach auf die ungeheuren Wirkungen schliefsen, welche dieselbe Kraft, wenn gleich in vermindertem Grade, regelmäfsig fortwirkend, seit unzählbaren Jahrtausenden in der Gestalt unserer Erdoberfläche ausgeübt haben müsse.

Die an den Abhängen steiler Bergwände oft noch unter unsern Augen in geeigneter Steinart sich bildenden Wasserrisse, engen Schluchten oder Tobel, liefern im Kleinen oft ein sehr treffliches Abbild der Flufsthäler, welche die heutige Erdoberfläche durchfurchen, und wenn gleich sehr Vieles in der Gestaltung und Vertheilung derselben auch von andern Einflüssen (von den vorangegangenen Erhebungen der Gebirgsketten, den Zerspaltungen der Erdrinde in verschiedenen Perioden ihrer Bildung) ursprünglich abhängig seyn mag, so sehen wir

doch wieder eine grofse Zahl von Verhältnissen, bei welchen die Wirkungen des allmälig ausarbeitenden Gewässers ganz unleugbar zu der gegenwärtigen Ausbildung der Thäler beitrugen. Im Laufe der Zeiten unterliegen selbst die härtesten und gleichförmigsten Felsarten der einschneidenden und annagenden Wirkung des fliefsenden Wassers, und es beweisen sehr zahlreiche Proben an den Thalwänden der Gebirgswässer, dafs dieselben nach und nach von den sich hindurchdrängenden Wasser-Schutt- und Steinmassen zernagt und bis zu ansehnlicher Tiefe getrennt wurden.

An den Abhängen des Aetna, in den Thälern der Auvergne *) in Frankreich kennt man auf diese Weise ansehnliche und am Aetna zum Theil in historischen Zeiten geflossene Lavaströme, welche den Flüssen in ihrem Laufe begegneten, einen Theil ihrer Thäler ausfüllten und von ihnen darauf wieder nicht nur bis zur ursprünglichen Tiefe, sondern tiefer noch in den der Lava unterliegenden Boden zerschnitten wurden. In den zahlreichen Engpässen, aus welchen in dem Kalkgebirge der Alpen die Gebirgsströme hervortreten, bemerkten genaue Beobachter die, von dem Stofse der Gewässer zurückgebliebenen Löcher und die abgeschliffene Beschaffenheit der Felswände oft in einem Niveau, welches um mehr als 100 Fufs über der gegenwärtigen Oberfläche des Wassers erhöht liegt (hieher gehören die Beobachtungen L. v. Buch's über den Ausflufs der Salzach durch den Engpafs zwischen Golling und Werfen, den der Saale bei Lofer in dem Durchbruch der Watzmannskette; Aehnliches beobachtete ich selbst sehr auffallend in Sicilien in den obern Thalschluchten des Anapo, und v. Charpentier in den Pyrenäen).

*) *Scrope Central France p.* 60. *Lyell and Murchison on the Excavation of Valleys. Edinb. New Phil. Journ. July* 1829.

Unsere gröfseren Flüsse, der Rhein, die Weser und Elbe, während ihres Laufes durch das niedrigere Bergland bewegen sich oft grofse Strecken weit zwischen hohen Hügelreihen fort, welche ganz aus Geschieben gebildet sind, die sie selbst einst gerollt haben, zwischen Hügelreihen, welche sie mithin einst selbst aufschütteten, und einst später wieder so weit ausspülten, als ihr gegenwärtiges Niveau unter der Krone derselben fortgleitet. Nirgend mag man das noch fortschreitende Einschneiden der Flüsse besser wahrnehmen, als an Stellen, wo sie bei schnellen Veränderungen des Niveau's Wasserfälle zu bilden genöthigt sind; der gröfste unter den bekannten derselben, der Niagara-Fall, liefert davon ein sehr ausgezeichnetes Beispiel.

Aufser diesen regelmäfsigen und stets fortschreitenden Veränderungen, welche die fliefsenden Gewässer an der Oberfläche der Erdrinde ausüben, bewirken sie mehrere zufällige, lokal-beschränkte Erscheinungen, deren Vorkommen indefs äufserst lehrreich für die Beurtheilung von Verhältnissen werden kann, welche in vorgeschichtlichen Perioden der Ausbildung unserer Erdrinde häufig und in viel gröfserem Maafsstabe gewirkt haben müssen. An der Basis der Felswände stets fortnagend und schleifend, unterwaschen sie nicht selten diese so ganz, dafs sie endlich weit überhängend ihrer Stütze beraubt werden und einstürzen; es entstehen dadurch die verheerenden Bergstürze, welche, zu allen Zeiten in Gebirgsländern bekannt, ein Bild solcher Katastrophen liefern, wie sie in oft viel gröfserem Maafse in den Zeiten der ersten Entstehung der Gebirgsketten vorkamen, als ganze, vielleicht eben erst erhobene Bergmassen ihre Schichten-Ordnung umkehrend in die Tiefe stürzten. Eine andere, dieser sich unmittelbar anschliefsende Erscheinung von nicht minderer Bedeutung ist das Herabgleiten ganzer Schichtenmassen auf einer durch das Wasser allmälig aufgelockerten und schlüpfrig gewordenen Grundfläche,

eine Erscheinung, welche von Escher von der Linth sehr passend mit dem Namen der Bergschlipfe belegt ward, und um so lehrreicher ist, als sich im Innern der Erdrinde sehr zahlreiche Beispiele von Verschiebungen, von Losziehen und Abgleiten einzelner Schichtenmassen vorfinden, welche schon in sehr frühen Perioden statt fanden, und von welchen wir daher zu glauben berechtigt sind, dafs sie auf dieselbe Weise durch die Wirkungen derselben Ursachen erzeugt wurden, welche sie gegenwärtig noch hervorrufen.

Dergleichen Bergstürze und Abrutschungen oder Bergschlipfe geben übrigens nicht selten noch Veranlassung zu einigen nachfolgenden Veränderungen der Erdoberfläche, welche eine fruchtbare Vergleichung mit ähnlichen Erscheinungen in der Vorzeit gestatten. Die herabgestürzte Masse derselben nämlich füllt die benachbarten Thäler theilweise aus, der Lauf der Flüsse wird dadurch gehemmt, die aufwärts liegenden Gegenden in ausgedehnte Landseen verwandelt, welche sich so lange erhalten, bis sie im Stande sind den ihnen entgegenstehenden Damm zu durchbrechen und ihren Gewässern freien Abzug zu verschaffen. Oft geschieht es daher, dafs, nahdem die Wässer lange an der Zerstörung und Unterwaschung ihres Dammes genagt haben, dieser plötzlich zusammenbricht; die ganze Wassermasse, nun auf einmal herausstürzend, fällt verheerend über das unterliegende Thal her, mit Gewalt Alles fortreifsend, was ihr hemmend in den Weg tritt.

Solche Ereignisse sind noch in unsern Tagen in den Alpen nicht selten. Sie werden aber dadurch ganz besonders interessant, dafs wir aus den Formen sehr vieler Alpenthäler schliefsen können, sie seyen in früheren Perioden der Erdbildung sehr viel häufiger gewesen. Verheerende Abflüsse früher gespannt gewesener Seebecken beim Durchreifsen ihrer Dämme, lassen sich in der ältern Ausbildungs-Periode fast aller bedeutenderen Alpenthäler

nachweisen; L. v. Buch und Escher von der Linth haben gezeigt, dafs die in ihnen enthaltene Wassermasse, mit der Stärke des Gefälles verbunden, grofs genug war, um die mächtigen Felstrümmer der Alpen beim Abfliefsen bis auf die gegenüberliegenden Abhänge des Jura zu schleudern, wo sie heute noch in bewundernswürdiger Anzahl und Gröfse zerstreut liegen. Auch in den Thälern der niedrigeren Berggegenden, im Hügellande, läfst sich sehr häufig erweisen, dafs sie aus Reihen einst successiv in einander entleerter Seebecken gebildet worden, und insbesondere liefern der Rhein und das Thal der Donau dazu äufserst auffallende Belege (nicht minder schön unter den norddeutschen Flüssen besonders die Elbe, Weser, Saale und Unstrut); doch mögen die Entleerungen dieser Seebecken in einander, die Durchbrechungen ihrer Dämme minder plötzlich und gewaltsam gewesen seyn, und waren sie es zuweilen, so läfst sich nachweisen, dafs hiebei noch andere Erscheinungen aufser dem Gewässer, wie Erdbeben Bergketten zerspaltend, thätig waren.

Aehnlich wie die fliefsenden Gewässer an den Gebirgen wirkt das Meer, an den Tiefländern der Erde mächtige Veränderungen hervorrufend, welche mit jenen der Vorzeit in Vergleich können gestellt werden. Meeresströme (veranlafst durch die Formen der Kontinente, Temperatur-Verschiedenheiten, Umdrehung der Erde, herrschende Winde) durchfurchen den Boden und bilden in ihm ungleich vertheilte Unebenheiten, wie sie noch jetzt auf dem Festlande vorkommen, das, wie wir gesehen haben, zu wiederholten Malen Meeresgrund gewesen ist. Sichtbarer und einflufsreicher ist die Wirkung, welche das Meer auf die Gestalt seiner Küsten ausübt; steile Felsen-Ufer werden allmälig durch die Wellenbewegungen der Brandung, durch den Stofs der vorübergleitenden Strömungen unterwaschen und stürzen zusammen, das Meer bemächtigt sich der Trümmer, und indem

es sie hin- und herrollt, verwandelt es sie in zahllose Geschiebe und Sandmassen, welche seine Ufer bedecken und eine aufgeschüttete Ebene auf seinem Grunde bilden, ganz den grofsen Schutt- und Trümmer-Ebenen des Festlandes gleich. Auf diese Weise werden fortwährend einzelne Theile des Festlandes in Inseln umgewandelt, während andere zu Meeresgrund werden; an der Küste unseres Vaterlandes liefert ein sehr schönes Beispiel von dem steten Fortschreiten dieser Vorgänge die vereinzelt stehende Felsen-Insel Helgoland. An flachen, sandigen, leicht zu verändernden Küsten geht diese Art der Zerstörung häufig viel rascher und furchtbarer vor sich. Eine aufserordentliche Fluth, ein einziger Sturm sind vermögend, hier ganze Provinzen unter Wasser zu setzen und sie auf Jahrhunderte oder auf immer in Meeresgrund zu verwandeln. Die norddeutsche und holländische Küste liefert dazu mannigfache Belege in den Entstehungsgeschichten ihrer zahlreichen Meerbusen, wie des Zuyder-Sees (1225), des Biesbosch's (1421), des Dollart und der Jahde.

Die reproducirenden Wirkungen der Gewässer auf mechanischem Wege sind nicht minder merkwürdig. Sehr häufig giebt das Wasser der Erdoberfläche an einer Stelle wieder, was es ihr an andern genommen hat. Die Bäche und Ströme lassen ihre den Gebirgen entrissene Beute bei dem Austritte aus denselben, wo der schwächere Fall des Bodens sie nicht länger fortzustofsen gestattet, fahren, und sie bilden so, an der Basis der Berge, Schutt-Ebenen; sie erhöhen dadurch gleichzeitig die Grundfläche der mit Seen erfüllten Thäler, und indem sie ihre Wassermasse dadurch sicher zum schnelleren Ausleeren genöthigt haben, wurden viele mit Wasser bedeckte Theile der Erdoberfläche dem Festlande wiedergegeben. Endlich tragen die Flüsse ihre dem Festlande entrissenen und bis auf's Kleinste zerkleinerten Theilchen dem Meere zu, und wenn bei der

Mündung ihre strömende Bewegung aufhört, lassen sie dieselben niederfallen.

Auf diesem einfachen Wege sind ansehnliche Ausdehnungen von Festland nach und nach gebildet worden; grofse Länder sind, wie Aegypten, von den Katarakten bei Syene bis zu den heutigen Mündungen des Niles, ein fast historisch nachweisbares Gebilde ihres Flusses. Bengalen ist auf diese Weise erweislich eine Schöpfung des Ganges, und mit Recht sind wir daran gewöhnt, fast ganz Holland als ein Werk des Rheinstromes, die fruchtbaren Marschländer Norddeutschlands als eine Arbeit der Elbe und Weser zu betrachten. Die in Nord-Italien dem adriatischen Meere zueilenden Flüsse (Po, Etsch, Brenta, Rheno, Tagliamento, Piave, Livenza) haben in historischen Zeiten dem Festlande einen ansehnlichen Zuwachs bereitet. Alle diese neu gebildeten Landstriche werden bis auf ansehnliche oft unbekannte Tiefe aus abwechselnden Schichten von Thon, Schlamm, Sand, Gerölle, grofsen Niederlagen von untergegangenen Pflanzentheilen (Torfmooren, Lagern von Baumstämmen) gebildet. Wenn wir daher in älteren Theilen der Erdrinde Sandsteinbänke grob- und feinkörnig, mit Thonschichten und Steinkohlenflözen wechselnd antreffen, so wird die Wahrscheinlichkeit sicher sehr nahe liegen, dafs auch diese einst ein Werk vormaliger Flüsse an den Küstenländern der Vorzeit gewesen seyen. Die Aehnlichkeit vieler Schichten des jüngeren Gebirges mit den Absätzen unserer stehenden Gewässer sind ein wichtiger Beweis von den Einflüssen, welche wir dem Wasser auf die successive Ausbildung unserer Erdrinde zuschreiben müssen.

Die chemischen Wirkungen der Gewässer sind in der gegenwärtigen Periode der Erdbildung wohl kaum so bedeutend als die mechanischen, und sie waren es vielleicht niemals, da wohl der gröfste Theil der aus dem Wasser gebildeten Antheile der Erdrinde sich ur-

sprünglich in ihm mehr mechanisch schwebend (suspendirt) als gelöst mag befunden haben. Ihre Aeufserungen sind zugleich minder heftig und in die Augen springend als die mechanischen.

Es giebt wohl kaum eine Gebirgsart unter denen, welche die Erdrinde bilden, welche nicht der Zersetzung oder der theilweisen Lösung ihrer Bestandtheile durch das Wasser unterworfen seyn sollte. Der Granit, eine der festesten und härtesten derselben, giebt in dieser Beziehung eins der auffallendsten Beispiele; das Wasser zerstört ihn durch chemische Umänderung seiner Bestandtheile, denn indem es dem in ihm vorherrschenden Feldspath einen Theil des Alkaligehaltes entzieht und wegführt, wird ein grofser Theil desselben in leicht zerreiblichen Porzellanthon verwandelt. Eben so wird die Grundmasse der Porphyre, der Basalte, der Laven verändert, welche durch die Wirkung des Wassers ihren mineralogischen Karakter verlieren, und sich an der Oberfläche in lockere Dammerde, Lehm- oder Thonmasse verwandeln. Kalkstein und Gyps, welche einen so grofsen Theil an der Zusammensetzung der Erdrinde nehmen, werden vom Wasser geradezu aufgelöst und fortgeführt.

So hat das Wasser in allen Perioden der Erdrinde auch auf diese Weise an diesen Gesteinen gearbeitet, es hat Lücken im Innern der Erde gebildet, welche als Höhlen, unterirdische Gänge noch zum Theil offen erhalten dastehen, oder welche auch Ursachen von dem Einsturze grofser Strecken der Oberfläche und Veranlassung zu der Bildung eigenthümlich vertheilter Unebenheiten derselben geworden sind.

Doch auch auf chemischem Wege übt das Wasser seine reproducirenden Wirkungen, indem es absetzt und niederschlägt, was es durch Lösung in sich aufgenommen. Eine der auffallendsten und verbreitetsten dieser Erscheinungen sind die noch stets unter unsern Augen

fortdauernden und chemisch leicht erklärbaren Absätze von Kalksteinen, welche sich fast bei allen Wässern finden, die aus kalkreichen Gebirgsarten ihren Ursprung nehmen. Es entsteht dadurch der Kalksinter oder Tropfstein, und wenn sein Zustand weniger rein krystallinisch, sein Absatz weniger rindenförmig ist, der Kalk-Tuff, welcher unter andern in den kalkreichen Gegenden Thüringens ganze freistehende Berge bildet, welcher indefs ganz besonders hart und mächtig sich in den wärmeren Ländern der Erde wiederfindet, wo seine Bildung durch die erhöhte Temperatur der Luft und des Wassers begünstigt wird.

Sehr häufig ist er in Italien; der Travertino der Campagna di Roma erinnert in seinen ausgedehnten, schon von den Alten viel gebrauchten Steinbrüchen ganz an die regelmäfsig geschichteten Kalksteine älterer Bildungen, während er in der Umgegend von Tivoli sich noch unter unsern Augen ununterbrochen fortbildet. Eine der merkwürdigsten dieser Fortbildungen des Travertino zeigt sich in einigen Berggegenden Toskana's, bei Vignone und in den Bädern von San Filippo, an den Abhängen des Monte Amiata unweit der Strafse, welche von Siena nach Rom führt. Dort haben warme und an Kohlensäure reiche Schwefelquellen eine in der That ganz enorme Kalkstein-Bildung veranlafst, und die Schnelligkeit, mit welcher dieselbe fortschreitet, ist bewundernswürdig. In Deutschland haben wir ein sehr ähnliches, wenn gleich nicht so grofsartiges Beispiel von solchen Bildungen an dem Karlsbader Sprudel und in den Absätzen vieler Salzquellen (Dornstein), unter welchen sich ganz insbesondere die an Kohlensäure so sehr reiche Quelle von Rothenfelde im Osnabrückischen und die von Salzkotten im Paderbornschen auszeichnet.

Nächst den Absätzen von Kalkstein sind noch die Ausscheidungen von Kochsalz besonders merkwürdig, welche sich ganz insbesondere auf dem Boden vieler

Salzseen in den Steppenländern an der Wolga, in den Umgebungen des kaspischen Meeres, des Aral-Sees und weit hinein in die Kirgisen-Steppen bilden. Viele derselben sind im Laufe der Zeiten ausgetrocknet, und die von ihnen zurückgelassenen Salzkrusten, wechselnd mit Sand- und Schlamm-Schichten, oft bedeckt und umgeben von jungen Kalkstein-Absätzen, gleichen in hohem Grade den in den ältern Gebirgen vorkommenden Steinsalzflözen, von welchen sich einige erweislich in solchen vorweltlichen Seebecken gebildet zu haben scheinen.

Noch eine andere, sich im Wasser gegenwärtig ausbildende und in gröfserer Ausdehnung vorkommende Steinart sind die ansehnlichen Niederlagen von Eisensteinen, welche sich in unsern Sümpfen, auf dem Boden vieler Landseen in Schweden und unter ähnlichen Verhältnissen finden, und deren Vorkommen selbst in Beziehung auf technische Anwendung von Bedeutung ist.

In geringerem Maafsstabe endlich bilden sich einige andere Mineralkörper aus dem Wasser ganz entschieden unter unsern Augen fort, insbesondere sind es kieselreiche Substanzen, als Feuerstein, Holzstein, Quarz (im Kieselsinter), Chalcedon und Opalmasse; doch auch von Schwefelkies und von Gyps, welche sich auf diese Weise oft krystallinisch noch neu bilden, sind uns unzweifelhafte Beispiele bekannt.

Diese aus dem Wasser neu entstehenden Mineralbildungen geben ferner noch Veranlassung zur Verkittung der locker an der Erdoberfläche umherliegenden Sand-, Schutt- und Geröllmassen, und es entstehen dadurch feste Gebirgsarten, welche den früher von uns in älteren Schichten angeführten Trümmer-Gesteinen vollkommen analog sind. Ganz besonders ist es das Meerwasser, welches sich in dieser Beziehung vorzugsweise auszeichnet; denn indem es die mit sich herumgerollten Brocken zerstörter Gebirgsarten verkittet, entstehen an

seinen Küstenrändern ganz besonders bemerkenswerthe neue Gesteins-Bildungen.

Eine der ersten, welche in dieser Beziehung bekannt wurde, ist der Sandstein, welcher sich noch fortwährend an dem Küstenrande des äufseren Hafendammes von Messina absetzt, und welcher so fest ist, dafs er zu Mühlsteinen gebrochen wird. Ihn beschrieben zuerst Saussure und Spallanzani. An den Küstenrändern von Cornwall sind uns durch Carne ganz ähnliche und eben so grofsartige Bildungen bekannt geworden, denn es ist dort von einer bis zu 100′ mächtigen und regelmäfsig geschichteten Sandsteinbildung die Rede, welche stellenweise zu Bausteinen benutzt wird. Etwas sehr Aehnliches hat L. v. Buch von den kanarischen Inseln, Gran Canaria und von Lancerote beschrieben; auf der letzteren kommen diese Bildungen bis zu 800 Fufs Erhebung über dem gegenwärtigen Meere vor; der Schaum des Meeres, welchen die heftigen Nordweststürme des Winters über die Insel jagen, veranlafst dieselben. Das so berühmt gewordene Kalk- und Korallen-Brecciengestein von der Küste von Guadeloupe, welches die anfänglich für fossil gehaltenen Menschengerippe einschliefst, ist unzweifelhaft hiehergehörig und noch im Fortbilden begriffen, und die Korallenriffe der Südsee wiederholen regelmäfsig diese Erscheinungen in einem sehr grofsartigen und für die Bildungsgeschichte unserer Erdrinde wahrlich nicht gleichgültigen Maafsstabe.

Wir sehen also, dafs die Betrachtung der Wirkungen, welche das Wasser auf die Erdoberfläche noch gegenwärtig ausübt, uns einige in hohem Grade genügende Parallelen zur Vergleichung mit manchen Veränderungen darbietet, welche dieselbe in früheren Zuständen ihrer Ausbildung mufs erlitten haben. Eine sorgfältigere Vergleichung lehrt, dafs dieses so mächtige Agens in vielen Fällen zur Erklärung der beobachteten Erscheinungen

nicht ausreicht. Wir sehen zwar, dafs das Wasser noch heute allmälig Berge in Ebenen zu verwandeln im Stande ist, dafs es Meeresgrund in Festland und dieses in jenen umändert; wir sehen, dafs sehr viele der Massen, welche an der Zusammensetzung der Erdrinde Theil nehmen, aus Stoffen bestehen, welche das Wasser einst mit sich geführt hat. Die meisten Wirkungen aber und unstreitig die einflufsreichsten derselben, waren die Folgen sich sehr langsam entwickelnder, sehr allmälig wirkender Vorgänge, ja es ward bei vielen derselben sogar eine Beschaffenheit der Erdoberfläche nothwendig vorausgesetzt, wie wir sie erst als durch Veränderungen der Erdrinde entstanden uns denken können. Um alle die Erscheinungen hervorzubringen, welche die fliefsenden Gewässer bewirken, mufste es bereits Unebenheiten, Berge und Thäler an der Oberfläche gegeben haben; es können also dieselben unbedingt nicht allein durch die Wirkungen der Gewässer erst entstanden, sondern sie müssen bereits vorhanden, durch dieselben nur umgeändert und ausgebildet worden seyn. Damit das Meer auf die Küstenränder zerstörend einwirken konnte, mufsten bereits Festländer über die Oberfläche des Meeresspiegels hervorragen; und wenn endlich das Meer nun auch Theile seines Grundes zu erhöhen und sie an die Oberfläche emporzubringen vermochte, so mufsten doch die früher bereits vorhandenen Gebirge das Material dazu hergeben. Neue, steil aufsteigende Gebirgsketten aber wurden durch die Wirkungen der Gewässer nicht gebildet, weder durch die Deltabildungen der Flüsse, noch durch die Dünenerzeugungen oder die Anschwemmungen des Meeres.

Endlich vor Allem aber geben uns die Wirkungen der Gewässer, auch wenn wir alle diese Widersprüche zu beseitigen vermöchten, keine Rechenschaft von den plötzlichen, konvulsivischen Bewegungen der Natur, welche, wie wir gesehen haben, in dem Karakter vieler der vorangehend betrachteten Revolutionen lagen. Die au-

genscheinlich plötzlich erfolgte Veränderung einzelner Theile der Erdrinde aus dem Zustande des Meeresgrundes in Festland, die durch Schichtenzerreifsung erfolgte Erhebung ganzer Bergmassen zu so ansehnlicher Erhöhung über dem Meeresspiegel, das Vertilgen ganzer organischer Schöpfungen und die damit zuweilen verbundenen Veränderungen in den klimatischen Verhältnissen der Erdoberfläche; Alles dieses sind Erscheinungen, welche die uns gegenwärtig bekannten Einwirkungen der Gewässer nicht zu erklären vermögen. Eben so wenig werden wir befriedigt, wenn wir die Entstehungsweise einer zahlreichen Reihe von Gebirgsarten betrachten, welche vermöge ihres Gefüges sowohl, als vermöge der Beschaffenheit der in ihnen enthaltenen Mineralien, sich in dem Wasser einst nicht aufgelöst befinden konnten, und deren ganze Lage so wie der Mangel an organischen Resten beweist, dafs sie nicht vom Wasser gleich den übrigen gebildet wurden. Wir müssen daher andere Kräfte aufsuchen, welche im Stande sind diesen Mangel zu ergänzen und den Antheil an der Bildungsgeschichte der Erdrinde zu nehmen, welcher dem Wasser nicht gebührt.

Unter diesen Kräften, welche wir nur aus der Reihe der noch gegenwärtig wirksamen hernehmen wollen, giebt es keine, welche diesen Anforderungen in so hohem Grade zu entsprechen vermöchte, als die unterirdisch wirkende Thätigkeit der Vulkane, welche wir bereits oben unter diesem Gesichtspunkte erwähnt haben. Durch vulkanische Kräfte haben wir bereits in historischen Zeiten ansehnliche Berge über den Meeresspiegel hervortauchen und das Festland an der Oberfläche zerreifsen und sich aufrichten gesehen. Während Erdbeben ganze Provinzen, ja man könnte sagen periodisch ganze Kontinente erschüttern, erheben sich zuweilen zusammenhängende Stücke des Meeresgrundes über die Oberfläche, und alle sie bewohnenden Geschöpfe werden im Au-

genblicke in der höchsten Fülle ihres Lebens getödtet, wie wir sie in den älteren Schichten der Erde wirklich angetroffen haben. Eben so schnell wie einzelne Theile des Festlandes sich erheben, eben so plötzlich können auch andere in die Tiefe versinken, und die Geschichte bewahrt uns auffallende Beispiele von dem Einstürzen grofser Bergmassen, ja ganzer Distrikte des Festlandes durch die Wirkungen heftiger Erdstöfse und vulkanischer Ausbrüche.

Es können sich also eben so leicht auf diesem Wege plötzlich einzelne Theile des Festlandes in Meeresgrund verwandeln, wie wir so eben bereits das Umgekehrte gesehen haben. Die Spalten, welche bei vulkanischen Ausbrüchen sich so häufig in der Erdrinde bilden, und welche Berge bis auf ihre Grundfläche zu zerreifsen vermögen, gleichen sehr auffallend jenen Felsenthälern, jenen Engpässen, welche sich durch Wassergewalt nicht bilden konnten, und die so auffallende Linear-Richtung so vieler steil aufsteigenden Gebirgszüge, ihr Parallelismus auf lange Erstreckungen, gleichen zu sehr dem linienförmigen Fortlaufe, welchen die auf vulkanischen Spalten hervorgetretenen Kegelberge zeigen, ja beide Erscheinungen stehen oft an der Oberfläche unserer gegenwärtigen Erdrinde in zu inniger Beziehung, als dafs wir nicht geneigt seyn sollten, sie mit einander in Vergleichung zu bringen.

Sehr natürlich werden wir also zu schliefsen geneigt seyn, dafs die ursprünglichen Erhebungen der Kontinente über die Wasserhülle des Erdkernes, so mancher plötzliche Wechsel in der Vertheilung des Meeres und Festlandes in der Vorzeit, das Werk sehr energisch erregter vulkanischer Thätigkeiten gewesen sey. Die ältesten Grundlagen unserer Erdrinde, deren Daseyn ohne organische Reste wir bereits früher hervorhoben, und so viele andere unregelmäfsig zwischen die geschichteten eingedrängten Gesteine älterer Zeit, sind in hohem Grade denen

denen ähnlich, welche sich noch heute unter unsern Augen durch Schmelzung in den Vulkanen bilden. Neue Laven gleichen sehr häufig in Beziehung auf ihre Bestandtheile sowohl, als auf die Verhältnisse ihrer Struktur, völlig den alten Graniten, Syeniten und mehr noch den Porphyren, den Grünsteinen und Basalten, und eine grofse Zahl von andern Erscheinungen erhebt es zur Gewifsheit, dafs alle diese Gesteine in älteren Perioden der Erdbildung durch damals thätige Vulkane auf analoge Weise erzeugt wurden, wie heut zu Tage noch die Produkte unserer Feuerberge.

Endlich scheint es selbst, als ob auch in den Verhältnissen der Vulkane sich uns ein Fingerzeig für die Ursachen der Veränderung in der klimatischen Beschaffenheit unserer Erde entwickeln könne, welche, wie wir gesehen haben, wesentlich mit zu dem Karakter der früher statt gefundenen Revolutionen gehört. Denn es ist sehr wohl denkbar, dafs die Erwärmung ganzer Landstriche, welche vermöge ihrer Stellung gegen die Sonne nur ein kaltes Klima besitzen können, sehr füglich das Produkt eines periodisch gesteigerten vulkanischen Processes seyn konnte, welcher durch uns unbekannte Ursachen plötzlich erloschen ist. Diese Ansicht ist besonders durch Alex. v. Humboldt hervorgehoben worden, welcher sich in der Abhandlung über den Bau und die Wirkungen der Vulkane darüber folgendermafsen ausdrückt: „Wo in der Vorwelt die tiefgespaltene Erdrinde aus ihren Klüften Wärme ausstrahlte, da konnten vielleicht Jahrhunderte lang in ganzen Länderstrecken Palmen und baumartige Farrnkräuter und Thiere der heifsen Zone gedeihen."

Wenn nun gleich, wie hier zu weit führende Betrachtungen lehren würden, die vereinte Thätigkeit des Gewässers und der Vulkane noch keinesweges hinreicht, um alle Veränderungen, welche unsere Erdrinde erlitten hat, mit voller Sicherheit zu erklären, wenn auch in man-

chen Fällen, wie Cuvier sich so vortrefflich ausdrückt, der Faden der Operationen, welchen die Natur früher verfolgte, zerrissen ist, und keins der Agentien, welches sie heute anwendet, mehr auszureichen scheint, um den Zustand ihrer vormaligen Thätigkeit ganz begreiflich zu machen, so geht doch aus dem Gesagten genugsam hervor, dafs sich bei unsern Erklärungsversuchen keine anderen Thatsachen den eben angeführten in Wichtigkeit an die Seite stellen lassen, und dafs wir daher bei den Versuchen geologische Theorien zu bilden, immer von diesen als Grundsätzen zunächst werden Gebrauch machen müssen. Die Wahrheit dieser Ansicht bewährt sich in hohem Grade, wenn wir auch nur flüchtig einen Blick auf die zahlreichen Versuche geologischer Systeme werfen, welche zu allen Zeiten den Scharfsinn der Gelehrten beschäftigt haben. Viele derselben sind freilich so seltsam und wunderlich, dafs sie, wie Lichtenberg sehr treffend bemerkte, weniger einen Beitrag zur Geschichte der Wissenschaft, als vielmehr einen Beitrag zur Geschichte der Verirrungen des menschlichen Geistes bilden. Wie dem aber auch seyn mag: alle gehen von der Berücksichtigung der beiden Grundkräfte aus, deren Wirkungen wir so eben betrachtet haben, und je nachdem der Kreis der Beobachtungen, welche den theoretischen Entwicklungen zum Grunde lagen, einen Landstrich betraf, in welchem eine oder die andere dieser Kräfte, die Vulkane oder das Wasser, vorzugsweise Spuren ihrer Thätigkeit hinterlassen hatten, je nachdem trugen auch die darauf gebauten Erdbildungs-Systeme das Gepräge dieser Eigenthümlichkeit an sich. Nicht selten ging die Einseitigkeit in solchen Fällen so weit, dafs Naturforscher geneigt waren, entweder den Vulkanen oder dem Wasser ausschliefslich allen Antheil an der Entstehung und Veränderung unserer Erdkruste, ja des ganzen Erdkörpers überhaupt zuzuschreiben, und so entstand natürlich jene Spaltung in neptunische und vulkanische

Theorien, welche einen Grundzug in der Geschichte menschlicher Vorstellungen über diesen der Erforschung so sehr würdigen Gegenstand bildeten.

Es ist übrigens gewiſs, daſs wir niemals dahin gelangen werden, uns eine richtige Vorstellung von dem Bau und der Ausbildung der Erdrinde zu machen, wenn wir nicht die beiden an ihr thätig gewesenen Hauptkräfte in der ihnen zukommenden Ausdehnung als neben einander bestehend gelten lassen. Die Einseitigkeit, welche die theoretischen Ansichten des verflossenen Jahrhunderts bezeichnet, kann nicht fortbestehen, wenn die Wissenschaft sich frei vom Zwange der Systeme gestalten soll, und es scheint daher unserer Zeit ganz besonders aufgehoben zu seyn, auch in dieser Hinsicht die Extreme zu vermitteln, Gerechtigkeit gegen die Partheien zu üben, welche bis hieher nur zu häufig in schroffem Gegensatze gegen einander standen und sich in nutzlose Streitigkeiten verwickelten. Seitdem der Einfluſs der merkwürdigen Lehre Werner's angefangen hat seine ausschlieſsende Kraft zu verlieren, hat man von allen Seiten her begonnen die so fühlbar vernachlässigte Kenntniſs der Vulkane mit neuer Aufmerksamkeit zu behandeln; man hat gefühlt, daſs mit der Kenntniſs des Gebietes neptunischer Wirksamkeit, welche durch Werner und seine Schule so auſserordentlich erweitert worden ist, eben so auch in gleicher Weise eine geläuterte Kenntniſs der Wirkungen des vulkanischen Processes gleichen Schritt halten müsse, und in der Befriedigung eines so dringenden Bedürfnisses haben sich ganz besonders zwei deutsche Naturforscher hervorgethan, welche, wenn gleich sie ihre mineralogische Bildung durch Werner empfangen hatten, dennoch das Umfassendste geleistet haben, was uns gegenwärtig über die hieher gehörigen Gegenstände bekannt ist.: L. v. Buch und Alex. v. Humboldt. Auſser ihnen sind wir einigen englischen Naturforschern, Poulet Scrope, Daubeny und Ch. Lyell,

für die Erweiterung unserer Kenntnisse von den vulkanischen Erscheinungen vielen Dank schuldig; unter den französischen Elie de Beaumont und Dufrénoy, und sonderbar genug haben die italiänischen Naturforscher sich weniger mit den Verhältnissen des eigenen Landes beschäftigt. Was dieses in der letzten Zeit erst entwickelte Studium an Thatsachen theils neu ermittelt, theils der Vergessenheit wieder entzogen hat, soll der Gegenstand unserer nachfolgenden Betrachtungen werden, welche insbesondere noch durch die Resultate eigener, lange fortgesetzter Natur-Anschauung gröfsere Belebung erhalten dürften.

Von den vulkanischen Erscheinungen im Allgemeinen.

Es giebt der gröfseren und überall in ihren Haupt-Verhältnissen wiederkehrenden vulkanischen Erscheinungen vorzugsweise zwei, welche uns daher hier gesondert zu betrachten obliegt, nämlich ganz im Allgemeinen Erdbeben und vulkanische Ausbrüche. Der innige und nothwendige Zusammenhang beider ist zwar häufig bestritten worden, gegenwärtig indefs bezweifelt man ihn nicht mehr, da ihn unwiderlegliche Thatsachen beweisen, welche wir später betrachten werden. Beide Erscheinungen, wiewohl so wesentlich zu einander gehörig, zeigen sich nichtsdestoweniger zugleich so auffallend verschieden in der Art ihres Auftretens und ihrer Wirkungen, dafs wir eine jede derselben hier einer gesonderten Betrachtung unterwerfen wollen.

Von den Erdbeben.

Unter dem Namen der Erdbeben versteht man Bewegungen einzelner Theile der festen Erdoberfläche, welche durch eine von innen nach aufsen wirkende Kraft erzeugt worden, deren Werkstätte unsern Sinnen ver-

borgen ist. Es gehören daher keinesweges alle Bewegungen oder Erschütterungen, welche einzelne Theile der Erdoberfläche durch verschiedenartige Ursachen betreffen, in die Klasse der Erdbeben, wohin man sie so häufig zu setzen geneigt ist. Die Erschütterungen, Bewegungen und Zerspaltungen einzelner Berge und Felsen, welche das Einstürzen von Höhlen oder das Unterwaschen ihrer Grundlage veranlafst, müssen sorgfältig von den wahren Erdbeben getrennt werden; eben so wenig gehören hieher die Zerreifsungen und Erbebungen des Bodens, welche der Druck fliefsender Gewässer hervorruft, oder die Erschütterungen, welche die Erdoberfläche zuweilen in auffallendem Grade durch die Einwirkung heftiger Stürme, durch Zerplatzen von Meteoren, durch die Kraft der Gewitter erleidet. Alle diese Erscheinungen sind der vulkanischen Thätigkeit fremd, und dürfen daher nicht mit den Erdbeben verwechselt werden, um unser Urtheil über die Natur der vulkanischen Wirksamkeit nicht irre zu führen. Ueberaus häufig, ja bei weitem in den meisten Fällen, äufsern sich die Wirkungen der Erdbeben in rasch vorübergehenden und unregelmäfsigen Erschütterungen und Schwankungen des Bodens von unbedeutender Stärke. Es sind bei weitem vorwaltend nur leise Erbebungen, welche nur von aufmerksamen Beobachtern oder unter besonders günstigen Umständen bemerkt werden, und welche keine bleibende Spuren ihrer vorübergehenden Wirksamkeit hinterlassen. Zuweilen aber, wenn die Kraftäufserung, welche sie erzeugt, zu gröfserer Bedeutsamkeit sich erhebt, wenn sie energischer sich entwickelt, entstehen Aufregungen des Bodens auf diesem Wege, welche durch ihre unheilbringenden Wirkungen, indem sie die Werke des Menschen zerstören, ja selbst die Oberflächengestalt ganzer Länder verändern, allen kommenden Generationen unvergefslich bleiben.

In den Ländern, welche besonders häufig von Erdbeben heimgesucht werden, und zwar ganz besonders

in Süd-Italien, unterscheidet man die Bewegungen des Bodens, welche durch dieselben erzeugt werden, in drei wesentlich von einander verschiedene Arten. Die Schwankungen sind nämlich entweder:

1) undulatorisch (*moto undulatorio*), wenn sie sich horizontal fortpflanzen und, indem sie in einer einfachen Richtung fortgehen, den Boden successiv aufheben und niedersenken;

2) succussorisch (aufstofsend, *moto succussorio*), wenn die Bewegung des Bodens in mehr oder minder vertikaler Richtung statt findet, indem sie der explodirenden Gewalt einer Mine gleicht, welche das über ihr befindliche Erdreich mit Gewalt in die Höhe schleudert.

3) wirbelnd (drehend, *moto vorticoso*), wenn die beiden vorhergehenden Wirkungen sich mit einander kombiniren, oder wohl gar sich mehrere gleichzeitige undulatorische Bewegungen von verschiedenen Richtungen durchkreuzen, so dafs sich die Oberfläche des Festlandes wie ein von unregelmäfsigen Wellenschlägen beunruhigter Meeresspiegel darstellt, dessen Bewegungen durch den Rückstofs von verschiedenartig durcheinander wirkenden Erschütterungen (aneinander prallenden Kräften) verwirrt werden.

Unter diesen wohl von einander zu unterscheidenden Wirkungsarten, welche nicht selten bei einem und demselben Erdbeben in aufeinander folgenden Stöfsen sich vereinigt finden, ist die erstgenannte die häufigste und die unschädlichste; ihr gehören alle die unzähligen Fälle kleinerer Erdbeben an, welche selbst bis in unsern Gegenden nicht gar selten bemerkt werden. Gefährlicher und erschreckender ist die succussorische Wirkung; doch die wirbelnde Bewegung kennen wir fast ausschliefslich nur bei den gröfsten und heftigsten Erdbeben, und sie ist es, deren Einwirkungen jene entsetzlichen Ver-

wüstungen anrichten, welche in solchen Fällen unabwendbar zu seyn scheinen; ihr allein endlich widersteht nichts, was menschliche Kräfte für die Dauer bestimmt haben, sie ist es, welche blühende Städte dem Boden gleich macht, welche die Berge spaltet und in die Thäler wirft, eine der furchtbarsten und tief eingreifendsten Naturerscheinungen.

Mehr oder minder deutlich schildern zahlreiche Beobachter diese eigenthümliche Bewegung des Bodens bei den furchtbaren Erdstöfsen, welche am 1. November 1755 die Zerstörung von Lissabon nach sich zogen. Von dem nicht minder furchtbaren und nur weniger allgemein verbreiteten Erdbeben, das im Februar und im März 1783 auf eine so unerhörte Weise Süd-Calabrien und Messina verwüstete, wird uns gleichfalls dasselbe ausdrücklich auf eine sehr auffallende Weise beschrieben. Dolomieu, welcher an Ort und Stelle Erkundigungen darüber einzog, sagt sehr treffend, die Bewegungen der Hauptstöfse (am 5. Febr.) seyen der Beschreibung nach immer wellenförmig und springend zugleich gewesen, und um zu zeigen, wie sie gewirkt haben, sagt er: man könne sich diefs wohl nicht besser vergegenwärtigen, als indem man kleine Würfel von feuchtem und locker zusammengeknetetem Sande neben einander auf eine Tischplatte lege, diese dann von unten vertikal in die Höhe stofse und sie gleichzeitig horizontal hin und her bewege. Am 28. März sah man bei diesem berüchtigten Erdbeben ein sehr schönes Beispiel der succussorischen Bewegung; denn nach den Berichten von Hamilton sah man damals sehr deutlich die höheren Theile der Granitberge Calabriens auf- und niederhüpfen, ja man berichtet, dafs einzelne Menschen und selbst vereinzelt stehende Häuser plötzlich in die Höhe geschnellt und ohne Schaden selbst an etwas höher gelegenen Punkten wieder niedergesetzt wurden. Dolomieu sagt, dafs die Fundamente vieler Häuser, gleichsam wie von der Erd-

oberfläche ausgespieen, herausgeschnellt, ihre Steine dabei von einander gebrochen wurden, und der Mörtel, welcher sie einschlofs, in Pulver verwandelt ward.

Bei dem Erdbeben, welches am 26. März 1812 die Stadt Caracas zerstörte, und dessen Furchtbarkeit wir weiter unten noch näher schildern werden, schien es nach den Berichten Alex. v. Humboldt's *), als ob der Boden im Allgemeinen gleichzeitig von zwei auf einander rechtwinklichen Bewegungen (deren eine von N. nach S., eine andere von O. nach W. ging) durchkreuzt würde, ein senkrechter Stofs war vorangegangen, und im Momente endlich, welcher die Stadt niederwarf, waren die Bewegungen der Oberfläche von Augenzeugen dem Sprudeln kochenden Wassers verglichen worden. Am schrecklichsten aber scheint diese Art der Bewegung bei dem Erdbeben statt gefunden zu haben, welches am 7. Juni 1692 ganz Jamaica verwüstete. Zu Port-Royal schien nach der Beschreibung eines dortigen Geistlichen die ganze Erdoberfläche flüssig geworden zu seyn. Meer und Festland stürzten sich unregelmäfsig durcheinander; die Menschen, welche sich beim Anfange der Erscheinung auf die Strafsen und auf die Plätze der Stadt geflüchtet hatten, wurden von den Bewegungen des Bodens ergriffen, niedergestürzt, hin- und hergerollt, wobei viele auf's Schrecklichste zerquetscht und verstümmelt wurden; Andere dagegen wurden in die Höhe geschnellt und weit weggeschleudert, so dafs einige Menschen, welche sich mitten in der Stadt befanden, weit hinaus in den Hafen geworfen wurden, und indem sie in's Wasser fielen, ihr Leben retteten.

Sind die Bewegungen des Bodens nur einfach wagerecht und wellenförmig, so folgen sie meist sehr merkbar irgend einer bestimmt ausgesprochenen Linear-Richtung, nach welcher sie sich fortpflanzen. Diese

*) *Relat. hist. Vol. V. p.* 16.

Richtung stets mit Genauigkeit ausmitteln zu können, ist man genöthigt sich gewöhnlich nur sehr unvollkommener Nachrichten zu bedienen, welche aus der Zeitfolge des Auftretens der Erschütterungen und aus den unzusammenhängenden Aussagen der von ihnen betroffenen Personen entnommen werden; in den gewöhnlichen Fällen sind diese Nachrichten daher auch so zweideutig und unzuverlässig, dafs es oft fast scheint, als hätten an einem und demselben Orte die Erschütterungen gleichzeitig nach allen Weltgegenden statt gefunden. Es ist indefs ein für die Kenntnifs von den Ursachen der Erdbeben sowohl, als für die der Verbindung der mit ihnen zusammenhängenden Erscheinungen nicht unwichtiger Gegenstand, zu wissen, ob in den Richtungen ihrer Erschütterungen eine, wenn auch nur für gewisse, beschränkte Theile der Erdoberfläche, nachweisbare Gesetzmäfsigkeit statt finde, und man hat deshalb in den neuesten Zeiten angefangen hierauf eine besondere Aufmerksamkeit zu richten. Da natürlich die nur auf oberflächlichen Wahrnehmungen erschrockener Personen gegründeten Folgerungen zu leicht aller Zuverlässigkeit entbehren müssen, um über diesen Gegenstand etwas Entschiedenes festzustellen, und da sich in dieselben ferner gar zu leicht bei dem besten Willen auch die Einflüsse mannigfacher Zufälligkeiten einmischen (Konstruktion der Häuser, Form des Bodens), so hat man versucht für die Anstellung solcher Beobachtungen geeignete Instrumente einzurichten, welche Sismometer oder Sismographen (von *σεῖσμος*, Erschütterung) genannt, und in Italien jetzt häufig gebraucht werden.

Das gewöhnliche, überall angewendete Instrument, welches zugleich auch dazu dienen soll, die Bewohner durch seine schwachen Erzitterungen vor dem Herannahen starker Stöfse zu warnen, besteht in einem einfachen, aus Kokon-Fäden gebildeten, leichten, etwa 3—4 Fufs langen Pendel, welches man gewöhnlich an den Stuben-

barometern zu befestigen pflegt. Das am untern Ende desselben befindliche Loth ist mit einer nach unten gerichteten Spitze versehen, und diesem stellt man ein Schälchen voll feinen Sandes gerade so unter, dafs die Spitze des Lothes bei Bewegungen auf der Oberfläche dieses Sandes zu schreiben oder Furchen zu ziehen im Stande ist. Es liegt sehr leicht bei etwas specieller Untersuchung am Tage, dafs ein so konstruirtes Werkzeug nur sehr wenig für die hier erwähnten Zwecke zu leisten im Stande ist; denn bei der sehr grofsen Empfindlichkeit dieses Pendels wird dasselbe durch die geringste Veranlassung in nichts entscheidende Kreis-Schwingungen versetzt werden, und die von dem Erdbeben selbst mit erschütterte Sandmasse wird an ihrer Oberfläche die Spuren der auf ihr eingeschnittenen Linie nur zu leicht wieder auslöschen.

Die im Jahre 1808 nach dem Arrondissement von Pinerolo geschickten Kommissarien Carena, Borson und Vasalli Eandi, bedienten sich folgender Vorrichtungen, um die Richtung der Erdbeben auszumitteln:

Kugeln von Elfenbein gaben nicht hinlänglich die Direktion der Erdstöfse, durch die Spur, welche sie durchlaufen, an, da die Unebenheiten des Bodens, auf welchen man sie stellte, zu grofs waren; es wurde daher Anwendung von einem Pendel gemacht, an welches man einen Streifen Papier heftete, welcher leicht gegen die Wand rieb, und durch die kleine Verbiegung zeigte dieser die Richtung seiner Bewegung an.

Wenig zufrieden auch mit dieser Art, die kleinen Stöfse zu bemerken, um so mehr, da das Pendel an einer Wand aufgehängt nicht in allen Richtungen frei schwingen konnte, machte man Gebrauch vom Wasser, welches mit Kleie bestäubt war. Das Wasser hebt sich durch den Stofs gegen die Wände des Gefäfses, und hinterläfst hier einen Theil von der Kleie angeklebt. So

wurde denn der Staub erhoben an den Wänden des Gefäfses in der Richtung der Stöfse gefunden.

Ungleich zweckmäfsiger ist daher ein von dem Astronomen Cacciatore zu Palermo ersonnenes Sismometer *), welches wohl bekannter zu werden verdiente, als bis hieher geschehen ist. Es besteht dasselbe der Hauptsache nach in einem hinlänglich grofsen, flachen und kreisrunden Becken, dessen Seitenwände in gleicher Höhe oder in derselben Horizontal-Ebene und in gleichen Abständen von 8 Löchern durchbohrt sind; auf der Aufsenseite umgiebt dasselbe ein ringförmiger Wulst, welcher von eben so viel herabführenden Rinnen, die den Löchern entsprechen, durchfurcht ist. Diefs Alles ruht dann mit einem senkrechten Fufse auf einer massiven Scheibe, die zugleich 8 kleine Becher trägt, welche unter die Rinnen gestellt werden. Man giefst nun jenes Becken genau bis zum Rande der Löcher voll Quecksilber, orientirt dasselbe wagerecht nach den Weltgegenden, und stellt es wohl verschlossen an einem vor zufälligen Erschütterungen gesicherten Orte auf **).

Dieses Instrument ist zu Palermo bisher bei allen seit dem Ende des Jahres 1818 vorgefallenen Erdbeben beobachtet worden, und ich selbst hatte Gelegenheit, die dadurch gewonnenen Resultate zusammenzustellen; sie sind hinlänglich befriedigend, um seine allgemeine Anwendbarkeit zu bewähren. Von 27, in dem angedeuteten Zeitraume beobachteten, stärkeren Erdstöfsen nämlich zeigte sich in 19 Fällen sehr konstant eine von O. nach W. fortgepflanzte Richtung, und ich glaubte dieselbe mit Recht auf den Heerd des Aetna beziehen zu können,

*) Poggendorff's Annal. Bd. XXIV. S. 62.

**) Ein Sismometer, dem von Cacciatore ganz ähnlich, hat Coulier vorgeschlagen, *Journ. de Phys. LXVII. p.* 293. *Bullet. de la Soc. géol. IV. p.* 393.

dessen Mittelpunkt von Palermo in O. etwa 21 geogr. Meilen entfernt liegt; ja von einigen Fällen liefs sich die Richtigkeit dieser Voraussetzung auch noch durch andere Gründe nachweisen. In andern 4 Fällen zeigte sich die Fortpflanzung der Richtungen von S. nach N. ohne ermittelbare Ursache; andere 4 gaben mir SW. und NO., und gewifs ist es sehr merkwürdig, dafs gerade 3 dieser Fälle *) von dem südwestlich von Palermo gelegenen Entstehungsorte der neuen Vulkan-Insel (8. Juli) herkamen, da sie gleichzeitig viel stärker an der dem Vulkane näher liegenden Südküste, zu Sciacca, bemerkt wurden, und zwar zu einer Zeit, da noch Niemand eine Ahnung von dem so unerwarteten Erscheinen desselben hatte. Uebereinstimmende Beobachtungen mit diesem Instrumente an verschiedenen Punkten der Erdoberfläche würden sicher unserer Kenntnifs von den Richtungen, welche die Erschütterungen der Erdbeben in gewissen Länderstrecken nehmen, und von dem was darin gesetzmäfsig ist, äufserst förderlich seyn; doch bis dahin ist es auch immerhin nicht ganz ohne Interesse, dasjenige zu vergleichen, was sich Glaubwürdiges über diesen Gegenstand bisher hat ausmitteln lassen.

Es ist durch zahlreiche Vergleichungen bewährt, dafs eine grofse Zahl gerade der ansehnlichsten Erdbeben sich an der Oberfläche strahlenförmig mehr oder minder koncentrisch um ein gemeinsames Centrum verbreiten, in der Weise etwa wie die Wellen auf der Oberfläche eines Wasserspiegels, welche durch einen Steinwurf erschüttert worden, oder wie die Erschütterungen in den Umgebungen des Explosionspunktes einer Mine sich fortpflanzen. Ueberaus schön liefs sich diese Thatsache in den Verbreitungs-Verhältnissen des grofsen Erdbebens von Calabrien (1783) nachweisen, und hier ist sie ganz

*) 9. Febr., 30. Juni und 2. Juli 1831.

insbesondere von Hamilton *) deutlich herausgestellt worden. Der Hauptsitz und auch der Zeit nach entschieden der Anfangspunkt dieser furchtbaren Katastrophe war der südlichste Theil von Calabrien, von der Südspitze Italiens, Capo delle Armi, bis zu der merklichen Verengerung desselben zwischen den beiden Meerbusen von Eufemia und Squillace. Dieser Theil von Italien ist eine von dem übrigen Festlande desselben durch einen weiten, flachen Thalgrund sehr natürlich abgesonderte Berginsel von etwa 24 geograph. Meilen Länge und 6—8 geograph. Meilen mittlerer Breite. In diesem so scharf von der Natur umgrenzten Landstriche lag das Centrum des ersten und heftigsten Erdstofses, welcher die hauptsächlichsten Verheerungen anrichtete, überaus deutlich in der Umgegend des kleinen Städtchen Oppido; denn rings um dasselbe im Umkreise eines Radius von etwa 5½ geogr. Meilen war von Grund aus Alles zerstört worden. Dörfer, Berge und Städte waren so umgestürzt und durcheinander geschoben, dafs von dem früher vorhandenen Zustande kaum eine Erinnerung mehr übrig blieb. Schrecklich freilich noch, doch bei weitem nicht so furchtbar waren die Zerstörungen, welche sich von hier aus bis an die Grenze dieses Landstriches ausdehnten, und unmittelbar an ihm selbst liegt noch namentlich das so sehr mitgenommene Messina, dessen Zerstörung so bekannt ward. Endlich noch weiter, etwa in einem Umkreise von 18 geograph. Meilen Halbmesser, waren die Wirkungen des Erdbebens noch sehr auffallend, und man empfand sie auf den liparischen Inseln sehr deutlich als von Oppido her sich einstellend, ja selbst von Messina wissen wir durch die uns von Spallanzani gegebenen Nachrichten **),

*) *Philos. Transact. V. LXXIII. P. I. p.* 169 und *p.* 209.

**) *Viaggio alle due Sicilie. Vol. IV. p.* 149.

dafs die Erschütterungen sich sehr deutlich von Calabrien durch die Nordostspitze Siciliens und von dort längs der Küste bis zur Stadt hin fortpflanzten. Als man dort das gewöhnlich mit Erdbeben verbundene, rasselnde Geräusch vernahm, sah man Calabrien in Staub gehüllt, und die Häuser der Küste Siciliens stürzten deutlich nach einander ein, bis die Schwankungen auch die prächtige Reihe von Pallästen erreichten, welche die Einfassung des Hafens (la Pallazzata genannt) zierten. Dolomieu schildert uns mit sehr eindringlichen Worten die Verschiedenartigkeit der Verwüstungen, welche sich im Centrum von Kalabrien und am Rande dieser Erdbebensphäre darboten *).

*) Dolomieu p. 57 der italien. Uebersetzung, Neapel 1785. „Ich hatte Messina und Reggio gesehen, und ihr Schicksal hatte mich tief betrübt; ich hatte hier kein Haus mehr finden können, das noch bewohnbar gewesen wäre, und welches nicht hätte von den Fundamenten aus wieder neu müssen hergestellt werden; aber am Ende existirt doch noch gleichsam das Skelet dieser beiden Städte; der gröfste Theil ihrer Mauern steht noch aufrecht, und man sieht noch, dafs beide Städte einst da waren. Messina zeigt selbst noch, aus einer gewissen Entfernung betrachtet, ein unvollkommenes Bild seines alten Glanzes. Ein Jeder erkennt dort noch sein Haus wieder, oder doch den Ort, wo es gestanden hat. Ich sah Tropea und Nicotera, wo nur wenig Häuser von den ärgsten Beschädigungen frei blieben, während die andern alle zerstört sind, und meine Vorstellung über das Unglück dieses Landes schien mir vollständig. Aber als ich von einer Anhöhe auf die Ruinen von Polistena herabsah, auf den ersten Ort, welchen ich im Innern (der Piana) erblickte, als ich dort die Steinhaufen betrachtete, welche keine Gestalt mehr besitzen und keine Idee mehr von dem vormaligen Zustande dieses Ortes errathen lassen; als ich sah, dafs kein Haus von der Zerstörung frei geblieben und Alles dem Boden gleich gemacht war, da ergriff mich eine Empfindung von Grauen, von Mitleiden und Schaudern, welche für einige Augenblicke alle meine Kräfte lähmte, und doch war dieses Schauspiel nur eine Vorbedeutung dessen, was ich im Fortlaufe meiner Reise noch sehen sollte.

Der Eindruck, welchen Messina auf mich machte, war von ganz

Ganz in ähnlicher Weise war auch das Erdbeben von Lissabon ein sehr deutlich centrales, dessen Mittelpunkt unglücklicher Weise der volkreichen Hauptstadt sehr nahe lag; denn gleichzeitige Beobachter erzählen, dafs die an der Mündung des Tajo bemerkten heftigen Stöfse zu Colares *) sehr deutlich von Lissabon herkommend bemerkt wurden, noch bevor man von der Katastrophe der Hauptstadt etwas erfahren hatte; auf den Azoren (Madeira) erschienen diese Erschütterungen gleichzeitig von N. her, in den Antillen und an den Küsten des mexikanischen Meerbusens von NO., in England ward zuerst sehr deutlich die Südküste und diese auch bei weitem am stärksten erschüttert; nur in der Schweiz zeigten sich Unregelmäfsigkeiten, indem uns erzählt wird, dafs die Stöfse zu Brieg in Wallis von N. nach S., die zu Neufchatel von W. nach O. gingen. Hier mag indefs die dazwischen liegende Alpenkette wohl verändernde Einflüsse geübt haben.

Bei dem furchtbaren Erdbeben, welches im Jahre 1746 am 28. Oktober Lima und seine Hafenstadt Callao von Grund aus vernichtete, war den Berichten zufolge diese Umgegend sehr deutlich der Mittelpunkt der Bewegungen, welche sich von dort aus längs den Küsten des Oceans gleichmäfsig gegen N. und S. hin ausbreiteten;

anderer Art. Seine Ruinen machten mich weniger betroffen, als die Einsamkeit und das Schweigen in seinen Mauern. Man wird durchdrungen von einem melancholischen Schrecken, von tiefer Traurigkeit, wenn man durch die Strafsen einer grofsen Stadt streicht, ohne einem lebenden Wesen zu begegnen, ohne dafs eine Stimme an unser Ohr dringt, ohne ein anderes Geräusch zu hören, als etwa das eines an der Mauer hängen gebliebenen Thür- oder Fenster-Flügels, welchen der Wind bewegt. Man fühlt sich dabei mehr beklommen als erschrocken. Das Unglück scheint direkt auf das Menschengeschlecht herabgestürzt zu seyn, und es scheint, als ob die Ruinen, welche man sieht, nur eine Folge der Entvölkerung seyen. So sieht auch eine Stadt aus, welche die Pest verwüstete."

*) *Philos. Trans.* 1755. *p.* 414.

denn es wird ausdrücklich bemerkt, dafs die am Strande ausgestellten Wachtposten die Erschütterungen successiv immer schwächer und auch wohl später spürten, je weiter sie von Callao entfernt standen *).

Endlich will ich nur noch eines vor Kurzem in unserer Nähe vorgefallenen Erdbebens erwähnen, welches die Erscheinungen der Verbreitung von einem Centrum aus ungemein schön zeigte; es ist das am 23. Febr. 1828 am Rhein und in den Niederlanden vorgefallene, von welchem wir eine sehr lehrreiche Beschreibung mit Uebersichts-Karte von Egen **), und eine sehr ausführliche Darstellung von Noeggerath besitzen. Man ersieht daraus, dafs die stärksten und frühsten Wirkungen sich in der Gegend von Brüssel, Waterloo, Lüttich und Maestricht in einem Raume zeigten, welcher die Form eines von W. nach O. gedehnten Ellipsoides hat. Die Stöfse pflanzten sich von dort aus strahlenförmig und mit zum Theil äufserst deutlich beobachtbaren Richtungen fort, gingen namentlich das Rhein- und das Maasthal hinauf, und reichten in O. bis nach Soest in Westphalen, in W. bis nach Middelburg und Vliefsingen.

Ungemein häufig jedoch bemerkt man gleichfalls, dafs die Fortpflanzung der Erdbeben, anstatt central, linear ist und sich an eine sehr bestimmt vorgezeichnete Richtung hält, und zwar sind es gewöhnlich die Gebirgsketten, welche in dieser Beziehung einen sehr bemerkbaren Einflufs üben. Das schon früher von uns hervorgehobene Hauptstreichen derselben nach gewissen Weltgegenden ist merkwürdiger Weise auch die Richtung der in ihnen auftretenden Erdbeben; und so wie wir die erste Grundursache desselben in dem Aufbersten der

*) *Hist. des tremblemens de terre arrivés à Limes. I. p.* 214.

**) Poggend. Ann. XIII. S. 153.

der Erdrinde durch vulkanische Kräfte erkannt haben, so sehen wir auch noch die gegenwärtig sich zutragenden unbedeutenden Versuche ähnlicher Art genau wieder derselben Richtung folgen. Sehr selten ist es, dafs Erdbeben über Bergketten in transversaler Richtung sich fortpflanzen, und sie halten sich daher entweder innerhalb derselben oder an einem ihrer Abhänge.

Ein sehr ausgezeichnetes und merkwürdiges Beispiel dieser Thatsache zeigt uns wiederum das Erdbeben von Calabrien, denn nach einstimmigen Zeugnissen hielt sich dasselbe insbesondere auf der W.-Seite der diesen Theil des Landes von SW. nach NO. durchlaufenden hohen Bergkette; auf der O.-Seite, dem entgegengesetzten Abhange, schien es nur in schwachem Nachklange zu wirken, denn der dort angerichtete Schaden war ganz unbedeutend. Merkwürdig aber ist noch eine andere, von Dolomieu zuerst mitgetheilte Wahrnehmung bei demselben. Auf den ersten und zugleich furchtbarsten aller Stöfse, am 5. Februar, welche dieses Erdbeben bezeichneten, folgten in der ganzen Periode desselben hauptsächlich noch zwei andere von besonderer Bedeutung, nämlich am 7. Februar und der letzte und sehr heftige am 28. März; diese beiden Erschütterungen aber gingen sehr deutlich nicht mehr von dem früher bezeichneten Centrum bei Oppido aus, sondern der Mittelpunkt des zweiten war um etwa 4 — 5 Meilen weiter nach Nordost, in die Nähe von Soriano gerückt, und der dritte hatte seinen Sitz wieder 5 — 6 Meilen weiter nördlich, bei Girifalco, unmittelbar auf dem Isthmus zwischen dem oben genannten Meerbusen; derselbe wurde gleichzeitig sehr stark in Messina empfunden, ohne dafs das zwischenliegende Calabrien davon besonders wäre afficirt worden. Wenn man nun aber die Orte Oppido, Soriano und Girifalco in ihrer gegenseitigen Lage betrachtet, so sieht man sehr bald, dafs sie fast genau in einer von Südwest nach Nordost gerichteten

Linie liegen, welche dem Streichen der hohen Bergkette von Aspromonte parallel läuft, und wir können also nicht umhin, diese Erscheinung mit der Bildung einer Spalte längs dem Gebirge zu vergleichen, auf welcher an verschiedenen Punkten und zu verschiedenen Zeiten die von innen wirkenden Kräfte sich Luft zu machen strebten; gerade wie Aehnliches bei der reihenförmigen Anordnung der vulkanischen Berge eintritt. So wie hier sich also eine sehr bestimmte Andeutung eines Zusammenhanges zwischen den Richtungen der Erdbeben und den Streichungslinien der Gebirge findet, so ist dieselbe Erscheinung noch aus vielen anderen Gegenden bekannt geworden.

Die in den Pyrenäen häufigen Erdbeben hat Palassou sorgfältig beschrieben, und er bemerkt ausdrücklich dabei, dafs dieselben ganz gewöhnlich der so sehr deutlich ausgesprochenen Kettenrichtung des Gebirges von WNW. nach OSO. folgen, und zwar am häufigsten an der Südseite, seltener innerhalb der Kette und auf der Nordseite *). So wurde durch einen sehr interessanten Bericht von Gray über das Erdbeben, welches am 18. November 1795 in England statt fand, nachgewiesen, dafs eine deutliche und langsame Fortpflanzung desselben von SW. nach NO. statt gefunden habe **), und gerade diefs ist auch die Hauptstreichungslinie der englischen Gebirgsreihen. Ungefähr dieselbe Richtung haben nach Gray auch einige frühere englische Erdbeben genommen, wie diejenigen vom 30. Sept. 1750, 14. Sept. 1777 und 25. Febr. 1792. Auch bei dem oben angeführten Erdbeben in den Niederlanden vom Februar 1828 ist es den Berichterstattern aufgefallen, dafs die Hauptlängenerstreckung des erschütterten Landstriches dem Streichen des belgischen Thonschieferge-

*) Leonh. Taschenbuch 1822, S. 90.

**) Gilbert's Annal. IV. S. 59.

birges, seiner Grenze mit dem aufgelagerten jüngeren Gebirge und des Steinkohlengebirges folgte *). Alle zwischen Namur und Aachen von diesem Erdbeben hart betroffenen Orte liegen in dem Streichen dieses Steinkohlengebirges; auch die Orte, an welchen das Erdbeben auf dem rechten Ufer des Rheines fortsetzend bemerkt wurde, liegen auf der Fortsetzung desselben, wie Essen, Dortmund, Soest.

Was wir indeſs von den Richtungen der Erdbeben in unserm Welttheile zwar deutlich, aber doch immer nur in groſsen räumlichen Beschränkungen bemerkt haben, das zeigt sich mit merkwürdiger Constanz und im groſsartigsten Maaſsstabe in den Aequatorialgegenden Amerika's wieder. Dort giebt es hauptsächlich zwei Gebirgslinien, welche den Wirkungen der verheerendsten Erdbeben-Katastrophen in mehrfach wiederholten Zeiträumen unterworfen erscheinen; die eine ist das Gebiet jener mächtigen Kordilleren-Kette, welche in der Hauptrichtung von S. nach N. (oder von SSO. nach NNW.), von Chili durch Peru an der Küste mit mehrfach verändertem Karakter bis weit über Mexico hinaus fortsetzt; die andere dagegen ist der Seitenzweig dieses groſsen Gebirges, welcher in nahe darauf rechtwinklicher Richtung mit der Insel Trinidad anfängt, und von dort aus längs den Küsten von Neu-Andalusien, Venezuela, Caracas nach Neu-Granada reicht, und welche Alex. v. Humboldt mit dem Namen der groſsen Küsten-Kette von Venezuela belegt hat. Aus beiden Gebieten sind uns genaue Beschreibungen von furchtbaren Erdbeben-Katastrophen bewahrt, und wir dürfen hiebei nur an die in der Geschichte der Erdbeben so folgereichen Namen von Lima, Callao, Riobamba, Quito, Pasto, Cumana, Caracas erinnern, bei deren Erschütterungen zuweilen bis 40,000 Menschen

*) Poggend. Annal. Bd. XXV. p. 68.

auf einmal den Tod fanden. Von allen diesen Erdbeben aber ist es sicher und deutlich erwiesen, dafs sie nicht nur in ihren Hauptwirkungen auf das Gebiet dieser Bergketten und deren muthmafslichen Verbindungen mit den Antillen beschränkt waren, sondern dafs sie auch genau den Richtungen derselben und zwar insbesondere an den Küstenrändern gefolgt sind.

So wird von dem furchtbaren Erdbeben, welches i. J. 1746 Lima und seine Hafenstadt Callao zerstörte, ausdrücklich berichtet, dafs es von dem Hauptpunkte seiner Zerstörungen sich deutlich nach den Aussagen der Wachtposten längs der Küstenlinie von N. nach S. und von S. nach N. hin fortpflanzte. Von dem letzten grofsen Erdbeben, welches jene Gegenden betraf, dem vom 20. Nov. 1822, welches durch die bleibende Erhebung jener Küste so merkwürdig wurde, sagt eine unterrichtete Beobachterin, Mifs Graham, man habe dabei die Empfindung gehabt, als ob der Boden in der Richtung von N. nach S. plötzlich gehoben und dann schnell wieder niedergesenkt würde. Bei dem Erdbeben, welches am 14. Dec. 1797 Cumana zerstörte, führt Alex. v. Humboldt ausdrücklich an *), dafs die Fortpflanzung der Zerstörungen in der Richtung der Küste oder der ihr parallel streichenden Gebirgskette erfolgte; eben so pflanzten sich die Zerstörungen bei der Katastrophe von Caracas, den 26. März 1812, am stärksten in einer Linie von ONO. nach WSW., und zwar hier nicht mehr so längs der Küste, sondern im Innern der Gebirgskette fort, so weit ihre Centralkette besonders aus Gneifs und Glimmerschiefer gebildet wird **). Aber nicht nur theilen sich zuweilen an den Küsten des stillen Meeres die Erschütterungen der ganzen Basis der Kordilleren, von Chili bis nach Guayaquil, auf einer Längenausdeh-

*) *Relat. hist. II. p.* 293.

**) *Relat. hist. V. p.* 23.

nung von etwa 300 Meilen fast augenblicklich mit, sondern wenn man die Zeitfolge der in diesem Gebiete von Chili bis Mexico vorgefallenen Erdbebenereignisse in Verbindung mit Ausbrüchen berücksichtigt, findet man deutlich darin die fortschreitenden Wirkungen einer innern Thätigkeit, welche langsam in gewissen Zeiträumen von Süd nach Nord, und dann einmal wieder in entgegengesetzter Richtung von Centrum zu Centrum unter der Gebirgsmasse fortrückt *).

Von Fällen, in welchen Erdbeben queer über Gebirgsketten sich fortpflanzten, lassen sich, wie wir oben schon bemerkt haben, nur wenige und meist nur unbedeutende anführen. Queer über die Alpenkette sind Erschütterungen wohl nur höchst selten beobachtet worden, ohnerachtet die Südseite derselben an Erdbeben so reich ist. Dagegen ereignete sich ein sehr auffallendes Beispiel von dem Uebersetzen eines Erdbebens über die Apenninenkette zwischen dem 8. — 10. Oktober 1828 in starken Stöfsen, deren vorwaltende Richtung von NO. nach SW., von Voghera über die Bocchetta nach Genua statt fand **). Als Alex. v. Humboldt zu Cumana war, erlebte er dort am 4. November 1801 ein Erdbeben, dessen Richtung ausnahmsweise queer über die Küsten-Kordilleren von Nord nach Süd ging ***). v. Hoff †) hat uns endlich auf eine ähnliche Erscheinung in den Tyroler Alpen aufmerksam gemacht, indem nämlich dort ein Erdbeben am 23. und 24. Juni 1826 queer auf die Richtung des südlichen Theiles derselben in linearer Richtung von Brixen bis Mantua fortsetzte, wobei offenbar die weit geöffnete Spalte des Etschthales die Gelegenheit zur leichten Verbreitung darbot. Höchst

*) *Relat. hist. II. p.* 299.

**) Poggend. Annal. Bd. XXV. S. 85.

***) *Relat. hist. IV. p.* 16.

†) Poggend. Annal. Bd. XVIII. S. 49.

wahrscheinlich dieselben Erschütterungen sind indefs auch zu Zürich verspürt worden. Die oben erwähnte grofse Queerspalte von Mexico zeigt am grofsartigsten eine solche queer auf das Gebirge gerichtete Kraft.

Von anderen, wie es scheint mehr zufälligen Richtungen, läfst sich nur anführen, dafs am 10. Febr. 1822 in einem grofsen Theile von Frankreich ein Erdbeben bemerkt wurde, das über Lyon nach Paris sich genau in der Richtung des magnetischen Meridians fortpflanzte *).

Die Dauer, während welcher einzelne Erschütterungen des Bodens an derselben Stelle verweilen, ist im Verhältnifs zu den Wirkungen, welche sie ausüben, ausnehmend gering, und es scheint fast, als ob beide Gröfsen mit einander in umgekehrtem Verhältnisse ständen. Die verheerendsten Stöfse, welche Tausenden den Untergang brachten, blühende Städte und Provinzen zerstörten, sind fast immer das Werk eines Augenblickes gewesen, und um so fürchterlicher daher ist der Schrekken, welchen sie in den Gemüthern der Menschen zurücklassen. Die Stadt und Provinz Caracas wurde nach Alex. v. Humboldt's Zeugnifs durch drei kräftige Stöfse, deren jeder etwa 3 — 4 Sekunden anhielt, zerstört. Das Ganze drängte sich in den Zeitraum von noch nicht einer Minute zusammen, welche mehr als 20,000 Menschen das Leben kostete. In Calabrien waren es am 5. Febr. 1783 nach Dolomieu etwa nur 2 Minuten, während welcher in der oben angegebenen Ausdehnung Alles niederstürzte; ja es ist selbst wahrscheinlich, dafs die Zeit, wie gewöhnlich in solchen Fällen, noch beträchtlich gröfser angegeben wurde, als sie wirklich war. Bei dem oben angeführten Erdbeben von Jamaica, 1692, war der Aussage nach Alles in drei Minuten vollendet, und diese Schnelligkeit reichte hin, um

*) *Ann. de Chimie* T. XIX. p. 106.

die ganze Insel so umzuwandeln, dafs auf ihr keine Landschaft das alte Ansehn behalten hatte. Bei dem Erdbeben von **Lissabon** dauerte die ganze Haupterscheinung nach den Angaben von **Wolfall** etwa fünf Minuten; der erste Stofs, welcher die grofsen Kirchen und namentlich auch das Inquisitionsgebäude niederwarf, hielt etwa 5—6 Sekunden an, und diesem folgten dann nach einigen Minuten blitzesschnell zwei andere, welche die Zerstörung vollendeten.

Zuweilen, und unstreitig wohl der schrecklichste Fall ist der, wenn diese augenblicklichen Verheerungen **ohne alle Vorboten** eintreten, wie denn überhaupt, was wir später noch mehrfach beleuchten werden, die von so vielen Schriftstellern ängstlich aufgesuchten und vermeintlich nachgewiesenen Vorzeichen der Erdbeben sehr ungewifs zu seyn scheinen. So war der erste Erdstofs von Lissabon ohne alle Vorboten; er trat etwa um 9 Uhr 40 Minuten Vormittags ein, als des Allerheiligenfestes (am 1. Nov.) wegen ein grofser Theil der Bevölkerung in den Kirchen versammelt war, und diefs bereitete 30,000 Menschen einen plötzlichen Untergang. Ganz derselbe Fall war es nach **Dolomieu** auch mit dem ersten Erdstofse in Calabrien, eben so 1746 in **Lima**. Gewöhnlich aber pflegen einem stärkeren Stofse immer erst einige kleine Erzitterungen des Bodens vorauszugehen, welche sehr oft nur von Wenigen bemerkt werden, und doch gewöhnlich noch zeitig genug, dafs die in ihren Wohnungen Befindlichen dieselben verlassen und vor dem Einsturze der Häuser sich sichern können. In Ländern, welche häufig von Erdbeben beunruhigt werden, ist es daher Sitte, bei dem leisesten Gefühle von Erzitterungen des Bodens die Flucht zu ergreifen, und **Alex. v. Humboldt** bemerkt, dafs, wenn in **Cumana**, **Caracas** u. s. w. Jemand auf der Strafse eine Erzitterung des Bodens bemerkt, er sogleich durch lautes Geschrei die in ihren Häusern Beschäftigten darauf

aufmerksam zu machen sucht, worauf dann Alle herausstürzen. Ganz ähnlich ist es bereits in Sicilien, wo man bei leisen Erzitterungen durch Glockengeläute die Aufmerksamkeit erregt.

Eine der wenigen Erscheinungen, welche fast immer die Erdbeben begleiten und sie oft ganz kurz vorher ankündigen, besteht in einem eigenthümlichen unterirdischen Geräusch, welches fast überall, wo seiner Erwähnung geschieht, von derselben Beschaffenheit zu seyn scheint. Es besteht dieses Geräusch aus dem rollenden Tone einer aneinander hängenden Reihe von kleinen Explosionen, und man vergleicht es oft dem Rollen des Donners, wo es in geringerer Stärke statt findet, mit dem Rasseln vieler Wagen, welche hastig über ein holpriges Steinpflaster fahren. Nach A. v. Humboldt's Wahrnehmungen *) besteht es bisweilen in einzelnen, mehr oder minder schnell folgenden Detonationen, welche mit Kanonenschüssen oder mit dem dumpfen Knall einer platzenden Mine verglichen werden. In Peru scheint die Stärke dieses eigenthümlichen Schalls in geradem Verhältnisse mit der Stärke der darauf folgenden Erschütterungen zu stehen; dasselbe erzählt man auch von Calabrien, wo man diese gefürchtete Erscheinung *il rombo* nennt. Auch bei fast allen minder bedeutenden Erderschütterungen ist ein solches Geräusch ausdrücklich bemerkt worden, namentlich bei dem von 1828 in den Niederlanden. Bei dem Erdbeben in Schweden (Nov. 1823) hörte man dieses Geräusch selbst in den Strafsen von Stockholm; aber am stärksten war es in der westlich von dort gelegenen Provinz Wermeland, am Nordrande des Wenern-Sees.

Dafs dieses Geräusch, wie man zuweilen wohl geglaubt hat, sich nicht durch die Luft, sondern unterirdisch fortpflanzt, geht schon daraus hervor, dafs es wirk-

*) *Relat. hist. II. p.* 275.

lich oft in ansehnlichen Tiefen unter der Erde, in den Bergwerken, mit besonderer Stärke vernommen wurde. In Süd-Amerika ist es zugleich eine ganz allgemeine Erfahrung, dafs man dieses Geräusch ganz besonders stark aus den Oeffnungen der Brunnen hervortönen höre *).

Sehr merkwürdig aber ist es, dafs man oft an sehr weit von einander entfernten Orten dasselbe Geräusch mit auffallend gleicher Stärke wahrnimmt, während, wenn dasselbe ein durch die Luft fortgepflanzter Gewitterton wäre, es sich mit der Entfernung von dem Orte seiner Entstehung doch allmälig schwächen müfste.

Als nämlich im Jahre 1812 nach dem Erdbeben von Caracas der Vulkan der Insel St. Vincent auszubrechen begonnen hatte, und diese Insel gleichzeitig von heftigen Erdbeben heimgesucht ward, hörte man am 30. April fast in der ganzen Provinz Venezuela, auf einem Flächenraume von etwa 2200 geogr. Quadratmeilen, ein unterirdisches Donnern, und zwar fast überall, oft an den entferntesten Punkten von gleicher Stärke. Zu Calabozo in den Steppen (Llanos) so wie zu Caracas, an zwei Orten, welche etwa 50 Meilen auseinander liegen, nahm man dasselbe in der ersten Bestürzung für Kanonendonner, und traf Maafsregeln, sich beim Anrücken eines vermeintlichen Feindes zu vertheidigen, und doch liegt St. Vincent von dem Rio Apure in den Steppen etwa 210 Stunden in gerader Linie entfernt **).

Ganz ähnlich war die Fortpflanzung eines unterirdischen Donners, welchen Alex. v. Humboldt auf seiner Ueberfahrt aus Guayaquil in Columbien nach Mexico erfuhr; man wurde nämlich dort weit hinaus im Meere durch ein heftiges, aus der Tiefe heraufsteigendes Getöse erschreckt, und man erfuhr erst später, dafs diefs die Wirkungen von Erdstöfsen gewesen seyen, welche die

*) *Relat. hist. IV. p.* 17.

**) *Relat. hist. V. p.* 32.

Ausbrüche des Cotopaxi begleiteten; der Cotopaxi aber lag von der Stelle, an welcher sie sich damals befanden, über 50 geogr. Meilen entfernt. Man hatte dasselbe Geräusch gleichzeitig etwa in 45 Stunden Entfernung nördlich von dem Berge in der Stadt Honda am Rio de la Magdalena vernommen, und man hielt es dort für Kanonendonner, indem man glaubte, daſs die Engländer Carthagena bombardirten.

Dieses unterirdische Geräusch stellt sich nicht selten, auch ohne merkbare Erderschütterungen, oft sehr lebhaft und lange anhaltend ein. Schon die Alten kannten diese wunderbare Erscheinung unterirdischer Gewitter; namentlich finden wir dieselben bei Aristoteles und bei Plinius erwähnt *).

Alex. v. Humboldt spricht an mehreren Stellen seiner Werke **) von einem sehr merkwürdigen unterirdischen Donner, welcher 1784 zu Guanaxuato statt fand; er hielt vom 9. Januar bis 12. Februar an, und scheint fast ohne alle Unterbrechung gewesen zu seyn. Da er niemals eine Erderschütterung zur Folge hatte, so gewöhnte man sich bald an diese Erscheinung, wie bei uns an die Gewitter im Sommer. Derselbe beschränkte sich nur auf einen sehr unbedeutenden Raum, denn etwa 3 Meilen von Guanaxuato hörte man nichts mehr davon. Auf der Hochebene von Quito sind diese rollenden Töne, welche die Spanier Bramidos nennen, eine sehr häufige Erscheinung; gewöhnlich folgen denselben zwar wirkliche Erdstöſse, doch sind diese fast immer so unbedeutend, daſs Niemand sich beim Anhören des Geräusches beunruhigt. Als Alex. v. Humboldt und Bonpland dort waren, kamen die Donner ihrer Meinung nach von der Basis des groſsen Pichin-

*) *Meteorol. L. II. Cap. VIII. Hist. nat. L. II.* §. 80 und 82.

**) *Relat. hist. II. p.* 289. *V. p.* 42. *Essai politique T. I. p.* 285.

cha, und hatten gewöhnlich nach 2—3, ja wohl auch erst nach 4—8 Minuten eine Erschütterung zur Folge; diese war aber so leicht, dafs man bald nicht mehr daran dachte, das Bett zu verlassen, wenn diese Bramidos den Schlaf störten.

Eine ganz ähnliche Erscheinung berichtet der bekannte Reisende Burchell vom Cap der guten Hoffnung; er wurde in der Capstadt durch zwei heftige Explosionen erschreckt, welche man allgemein in der Bestürzung für Kanonenschüsse oder für die Explosion eines Pulvermagazines hielt, wiewohl es sich nachher zeigte, dafs sie unterirdisch gewesen seyn mufsten; eine Erschütterung hatten sie nicht zur Folge.

Unstreitig eines der merkwürdigsten Beispiele dieser Art ereignete sich auf einer der dalmatischen Inseln, Meleda, etwa 4 Meilen von Ragusa entfernt. Dort hörte man nämlich zuerst im März 1822 ein Knallen, wie von entfernten Kanonenschüssen, und man hielt es im Anfange bald für eine zur See, bald für auf dem Festlande von Bosnien vorgehende Kanonade; als indefs die Erscheinung nicht aufhörte und man die Wahrnehmungen der Nachbarn vergleichen konnte, überzeugte man sich endlich mit Schrecken, dafs die Ursache dieses Getöses unter der Insel selbst ihren Sitz haben müfste. Dasselbe stellte sich auch fortwährend in unregelmäfsigen Zeiträumen wieder ein, und hatte bald selbst einige unbedeutende Erdstöfse zur Folge, deren einer einmal (den 23. Aug. 1823) ein Stück Fels von dem Gipfel des Veliki-Grad, eines der bedeutendsten Berge der Insel, herabstürzte. Zuweilen schwieg es mehrere Monate (vom September 1822 bis zum März 1823), doch als es selbst nach Jahresfrist noch wiederkehrte und dann und wann Erdstöfse verursachte, geriethen die Bewohner der Insel in grofse Bestürzung; es verbreitete sich die Meinung, dafs ein Vulkan hier ausbrechen wolle, und die von der Regierung befragten Lokalbeamten drangen

darauf, dafs man Mittel suchen möge, die ganze Bevölkerung dieser Insel, von etwa 900 Menschen, von derselben weg auf das Festland von Dalmatien überzusiedeln. Dieser Plan veranlafste die Absendung zweier Naturforscher, Franz Riepel und Paul Partsch, aus Wien im September 1824. Beide verweilten einen Monat auf der Insel, und während ihrer dortigen Anwesenheit fielen an sieben Tagen Detonationen vor; eine derselben war selbst mit einer schwachen Erderschütterung verbunden. P. Partsch lieferte einen sehr umsichtig abgefafsten Bericht von der Erscheinung, aus welchem hervorgeht, dafs zu ernsten Besorgnissen kein Grund vorhanden sey. Uebrigens hörten die Detonationen keinesweges auf, sondern sie dauerten nach den letzten darüber vorhandenen Nachrichten noch bis zum Februar 1826.

Es gehört unstreitig zur Karakteristik der Erdbeben, dafs, so vorübergehend auch das Auftreten ihrer Wirkungen ist, sie dennoch da, wo sie einmal begonnen haben, gewöhnlich nicht so bald wieder aufhören. Wir haben kein Beispiel irgend eines bedeutenden Erdbebens, auf welches dieser Ausspruch sich nicht im vollesten Sinne anwenden liefse; bei allen wiederholten sich die Stöfse nach dem ersten Erscheinen mehr oder minder häufig, entweder successiv abnehmend mit der Zeit, oder sich wechselweise verstärkend und schwächend, in mehrfacher Wiederkehr. Einige Beispiele mögen diese Wahrheit erläutern.

Alex. v. Humboldt berichtet, dafs, als am 21. Oktober 1766 Cumana von einem furchtbaren Erdbeben heimgesucht und in wenigen Minuten zertrümmert wurde, die Erde nachher noch 14 Monate lang in fast ununterbrochenem Erzittern begriffen war. Fast von Stunde zu Stunde folgten sich neue Stöfse, und die unglücklichen Bewohner, welche diese ganze Zeit unter freiem Himmel gelebt hatten, wagten es erst wieder Hand an

den Aufbau ihrer Häuser zu legen, als die Erschütterungen sich nur noch von Monat zu Monat wiederholten *).

Bei dem Erdbeben von **Lissabon** war zwar die Haupt-Katastrophe mit den ersten Stöfsen, am 1. Nov. 1755, vollendet; doch zählten die auf den Feldern gelagerten Einwohner noch bis zum 18. November 22 mehr oder minder starke Stöfse, ja einige derselben waren sehr heftig, und noch am 9. December wiederholte sich ein Stofs, welcher an Stärke den ersten wenig nachgab.

Von **Messina** wird uns durch **Spallanzani** berichtet, dafs im Anfange des Erdbebens vom 5. bis zum 7. Febr. 1783, fast ein ununterbrochenes Zittern des Bodens statt fand **); da folgte an diesem Tage ein neuer heftiger Stofs, was von beschädigten Häusern etwa noch stehen geblieben war, wurde durch ihn niedergeworfen. Damit endigten indefs noch keinesweges die Erschütterungen. Fast täglich kehrten sie in der ersten Zeit wieder; der 28. März war von Neuem ausgezeichnet, und würde sehr vielen Schaden angerichtet haben, wenn nicht schon Alles in Trümmern darnieder gelegen hätte; sie verloren sich erst nach einem Jahrzehend völlig. Denn als **Spallanzani** 1788 dorthin kam, empfand man nicht selten einzelne Stöfse, sie schienen selbst in den folgenden Jahren wieder häufiger zu werden; so zählte man noch einmal wieder am 10. Mai 1792 etwa 30 Erdstöfse in 24 Stunden. **Spallanzani** schildert die moralischen Folgen dieses Zustandes, wie das aus dieser steten Wiederholung hervorgehende Bewufstseyn einer unsichern Existenz nachtheilig auf den sittlichen Karakter der Bewohner solcher Gegenden wirkt, und wie sich in ihren Handlungen die Folgen steter Spannung, Furcht und Nie-

*) *Relat. hist. II. p.* 274.

**) *Viaggio IV. p.* 149.

dergeschlagenheit abspiegeln, welche zuletzt völlige Abstumpfung zur Folge haben.

Ganz eben so war es um dieselbe Zeit in Calabrien, und diefs selbst noch in höherem Grade. Man empfand dort gleichzeitig die zu Messina genannten Hauptstöfse, und nach einem von Pignataro zu Monteleone geführten Verzeichnisse fanden allein im Jahre 1783 bis 949 Stöfse statt, wovon 98 von ernster Bedeutung waren. Nach dem sehr fleifsigen Verzeichnisse von Vivenzio waren vom 4. Februar bis Ende August desselben Jahres, in einem Zeitraume von 216 Tagen, im Ganzen 148 Tage angegeben, an welchen Erdstöfse bemerkt wurden, und unter diesen an einem Tage oft sehr viele.

Als Jamaica am 7. Juni 1692 zerstört wurde, hielten die heftigen Erschütterungen noch 13 Tage an, und wiederholten sich täglich fünf bis sechs mal.

Mit der furchtbarsten Energie aber, welche wir kennen, ist diefs Verhältnifs in Lima bemerkt worden, wo die Erdbeben so sehr häufig sind. Diese Stadt und ihr Hafen Callao wurden seit historisch bekannten Zeiten zwei mal, am 19. Okt. 1683 und am 28. Okt. 1746, fast von Grund aus zerstört. Bei der Katastrophe, erzählt Pater Frezier *), wiederholten sich die Erdstöfse in dem Zwischenraume von 7 — 8 Minuten, und man zählte selbst in 24 Stunden gegen 200 von der heftigsten Art.

Als Caracas am 26. März 1812 zerstört ward, zählte man anfänglich bis 15 Stöfse am Tage, und das Erdbeben dauerte bis zum 5. April; ja an diesem letzten Tage fiel noch ein Stofs vor, bei welchem in den benachbarten Gebirgen grofse Felsmassen losgerissen wurden und von welchem man glaubte, dafs er den gegen 8000 Fufs hohen Gipfel der Silla de Caracas um wenigstens 300 Fufs erniedrigt habe, ein Umstand, wel-

*) *Hist. des tremblemens de terre I. p.* 116.

cher sich jedoch durch die später erfolgte Messung von Boussingault nicht bestätigt hat *).

Fast gleichzeitig und unmittelbar nachher litten die kleinen Antillen an furchtbaren Erdstöfsen, und man zählte im Laufe eines Jahres (Mai 1811 — April 1812) deren gegen 200; aber noch ärger fast wurde der untere Theil von den Thälern der grofsen Ströme Nord-Amerika's, des Missisipi, Arkansas und Ohio um diese Zeit von Erdbeben beunruhigt, welche zwei volle Jahre anhielten **) (vom December 1811—1813). Sie zeigten sich ganz insbesondere mit ausnehmender Stärke auf der Westseite der grofsen Alleghani-Kette (auf der Ostseite viel schwächer), in den Distrikten von Kentucky und Tennessee, und stets von einem sehr heftigen unterirdischen Donner begleitet. An einigen Punkten (zwischen New Madrid und Little Prairie) traten sie fast regelmäfsig von Stunde zu Stunde ein, und merkwürdig genug wanderte der Hauptschauplatz ihrer Bewegungen regelmäfsig das Missisippi-Thal hinauf, ganz allmälig von S. nach N. weiter.

Die Art, wie die Erschütterungen der Erdbeben in den verschiedenen Theilen der Erdrinde sich fortpflanzen, verdient eine nähere Erwägung. Es ist von besonderem Interesse, ganz im Allgemeinen zu erwähnen, dafs keine der uns bekannten Gebirgsarten der Erdrinde, also auch keine uns bekannt gewordene Tiefe derselben, früher aufgestellten Systemen zuwider, von den Einwirkungen der Erdbeben verschont bleibe. Die Erfahrung hat vielfältig gelehrt, dafs in dem Granit, Gneifs und Glimmerschiefer, welcher die Basis der Kordilleren-

*) Die Höhe der Silla de Caracas beträgt nach A. v. Humboldt 1350 T. oder 8100 Fufs; Boussingault und Rivero aber fanden sie im Jahre 1822 mit zuverlässigen Barometern = 1351½ T. oder 8109 Fufs. *Relat. hist.* X. *p.* 118.

**) *Humboldt's Relat. hist. V. p.* 9—10.

Kette in Chili, Peru, Venezuela und in Mexico bildet, eben so zahlreiche und gewaltsame Erschütterungen auftreten, als in den aus Sekundärformationen gebildeten Gebirgsketten Italiens. In der Centralkette der Alpen und Pyrenäen, in der ganz aus sogenanntem Urgebirge bestehenden Ländermasse Skandinaviens treten die Erscheinungen der Erdbeben eben so auf, wie in den jüngsten Tertiärgebirgsarten der Umgebungen von London, Paris, Clermont, und in den aufgeschwemmten Ebenen der Niederlande, zu Middelburg und Vliefsingen. Sehr natürlich ist aus diesen Wahrnehmungen die Folgerung abzuleiten, dafs die den Erdbeben zum Grunde liegenden Ursachen ihre Werkstätte tief unter allen uns bekannt gewordenen Theilen der Erdrinde haben; dafs unterhalb der früher als Urgebirge betrachteten Bestandtheile derselben sich der Sitz einer uns noch unbekannten Wirksamkeit befinden müsse, deren Daseyn wir dann und wann nur, durch sporadisch in einzelnen Theilen der Erdoberfläche hervortretende Kraftäufserungen bemerken können. Ein Schlufs, dessen Sicherheit sich uns auch später noch von einer andern Seite her wieder von Neuem bewähren wird.

Wenn nun gleich auch alle Gebirgsarten der Erdrinde von den Erschütterungen der Erdbeben afficirt werden, so liegt es doch in der Natur der Verhältnisse, dafs die Art, wie dieselben sich in ihnen fortpflanzen, sehr verschiedenartig wird seyn müssen. Alle festen Körper im Allgemeinen sind fähig, durch mechanische Einwirkungen erschüttert und in Schwingungen versetzt zu werden; die Art der Fortpflanzung dieser Schwingungen hängt von der eigenthümlichen Natur und der Anordnung ihrer zusammengesetzten Theilchen ab; so auch die Schwingungen der Erdbeben von der Beschaffenheit und Struktur der Gebirgsarten, welche in so mannigfaltigen Verbindungen die Erdrinde zusammensetzen. In ununterbro-

brochen gleichförmigen Gesteinen, deren Theilchen unter sich fest zusammenhängen, werden diese Schwingungen sich gleichförmig ausbreiten, wie die Wellen auf einem in Erschütterung versetzten Wasserspiegel; wo aber Trennung in Platten und Tafeln, wo Schichtung und Zerklüftung sich einstellen, wo endlich ganze Gebirgsmassen nur aus locker und unregelmäſsig durcheinander gemengten Bruchstücken gebildet werden, da müssen auch diese regelmäſsigen Fortpflanzungen empfangener Erschütterungen sich auf's Mannigfaltigste abändern, und ein und dasselbe über einen gröſseren Theil der Erdoberfläche ausgebreitete Erdbeben wird an verschiedenen Punkten die verschiedensten Wirkungen ausüben. Wo sich in zwei an einander grenzenden (auf oder neben einander liegenden) Gebirgsarten die Schwingungen der Erdstöſse begegnen, da wird leicht der Fall eintreten können, daſs sie einander mehr oder minder entgegenwirken und sich gegenseitig aufheben. Es wird also an einzelnen Theilen der Erdoberfläche Ruhe statt finden können, während ringsum Alles erschüttert wird; aber ebenso werden auch zwei sich in gleichförmiger Richtung treffende Schwingungen ihre Wirkungen verstärken, und einzelne Punkte in eine heftigere Aufregung versetzen können, während andere mehr oder minder nahe verschont bleiben. Endlich zuletzt kann wohl auch die Ungleichförmigkeit in der Zusammensetzung des Bodens so groſs, und die so zusammengesetzte Masse so mächtig seyn, daſs die nach allen Seiten darin unregelmäſsig fortgepflanzten Erschütterungen sich so vielfältig durchkreuzen, daſs sie spurlos in solchen Gebirgsarten verloren gehen.

Die Geschichte aller Erdbeben ist sehr reich an Belegen für die Richtigkeit dieser Voraussetzungen, und wir wollen daher nur einige der auffallendsten unter den hieher gehörigen Erscheinungen hervorheben.

Zunächst gilt im Allgemeinen die Bemerkung, daſs die Erschütterungen der Erdbeben sich auf festem Fels-

boden minder furchtbar und verheerend erwiesen haben, als auf lockerem, dessen Bestandtheile leicht durcheinander zu werfen sind.

Bei dem Erdbeben zu Messina war es sehr auffallend und ist besonders durch Spallanzani bemerkt worden, dafs vorzugsweise der Theil der Stadt ganz zerstört ward, welcher dem Hafen oder der Seeküste zunächst liegt. Die dort stehende Pallastreihe war auf dem Alluvial-Boden gegründet, welchen die jüngsten Anschwemmungen des Meeres erzeugt haben; der von dort aus höher hinaufgehende Stadttheil aber steht unmittelbar auf Granitboden, und in ihm waren die Beschädigungen viel unbedeutender.

Ganz derselbe Fall trat auf Jamaica bei dem Erdbeben von Kingston, 1692, ein, von dem ausdrücklich bemerkt wird, dafs alle am Rande des Meeres stehenden Häuser in die Tiefe sanken, während die auf Felsengrund gebauten stehen blieben, ohnerachtet sie freilich sehr stark beschädigt wurden.

Aus den Pyrenäen berichtet Palassou, dafs bei einem im September 1773 verspürten Erdbeben im Thale von Ossan, die Häuser eines Ortes, welche auf Kalksteinen standen, nur schwache Bebungen erlitten, während die nahe dabei auf Granit stehenden sehr stark erschüttert wurden *).

Aehnliche Beispiele fast erwähnt man bei jedem einigermafsen bedeutenden Erdbeben **), und wo nicht geradezu sich die Berge spalten und einzelne Theile derselben in die Tiefe gestürzt werden, da gilt auch fast überall der Grundsatz, dafs die auf Felsen gebauten Häuser von den Erschütterungen weniger litten, als die auf lockerem Grunde.

In wie hohem Grade jedoch die Verschiedenheit der

*) Leonh. Taschenbuch 1822. p. 910.

**) *Journal de Phys. LXVII. p.* 23.

ein Land deckenden Gebirgsarten auf die Kraftäufserungen der Erdbeben einzuwirken im Stande ist, hat Dolomieu überaus schön bei den so oft angeführten Erschütterungen entwickelt, welche Calabrien 1783 betrafen. Nach seinen Darstellungen ist die Landschaft, in welcher die ersten und die Hauptwirkungen statt fanden, die Umgegend von Oppido und Polisteno, nach der Art eines gegen das Meer weit geöffneten Amphitheaters gebildet. Die hohe Bergkette des Aspromonte (welche von SW. nach NO. streicht) giebt rechtwinklich auf ihrer Streichungslinie einen Seitenzweig ab, welcher zwischen den Meerbusen von Gioja und Eufemia nach Cap Vaticano hin fortsetzt, und der auf diese Weise entstehende hohe Halbkreis wird von Granit und altem Schiefergebirge gebildet. Das Land in dem Innern desselben, oder der eigentliche Schauplatz der Erdbeben dagegen, bildet ein sanft gegen das Meer geneigtes Plateau, welches die Ebene (la Piana) genannt wird. Es besteht dieses aus einem sehr mannigfaltigen Wechsel lockerer Schichten von groben Sandsteinen, Geröllmassen und einem zähen, plastischen Thone, welcher die Hauptmasse bildet und mit Meeresprodukten reichlich erfüllt ist. In ihm haben die aus den Bergen herabströmenden Bäche mit Leichtigkeit zahllose enge Schluchten eingerissen, deren einige bis 4-, 5- ja 600 Fufs Tiefe haben.

Als nun dieses so gebildete Terrain durch das Erdbeben ergriffen wurde, äufserten sich in den zwei verschiedenen Hauptheilen desselben die verschiedensten Wirkungen. Die hohe Gneifs- und Granit-Kette ward nicht weniger dabei erschüttert, als die Ebene, und schon oben haben wir der hüpfenden Bewegung erwähnt, welche an ihr bemerkt wurde; doch litten die auf ihr befindlichen Ortschaften und Häuser verhältnifsmäfsig nur wenig, denn es konnte die Kraft der Stöfse sich regelmäfsig in ihrem Innern vertheilen, und da der Boden

nach jedem Stofse regelmäfsig in seine vorige Lage zurück versetzt wurde, so kamen nur wenige Gebäude aus ihrer winkelrechten Stellung, während fast nur höher hervorragende Gegenstände, wie Kirchthürme, umstürzten. Ganz anders dagegen war es mit den Wirkungen derselben Kräfte in der Ebene. Dort wurden alle Theile des lockeren Bodens, je nachdem sie der Bewegung verschiedenartigen Widerstand leisteten, in wilder Verwirrung durcheinander geworfen; die Thäler oder tiefen Schluchten wurden ausgefüllt, und Berge, durch das Zusammenhäufen des neuen Materials erzeugt, traten an ihre Stelle; der Lauf der Flüsse ward gehemmt und verändert, einzelne Theile derselben wurden in Landseen verwandelt; aus breiten Bergmassen wurden scharfe Grate oder spitze Kegelgipfel, und von Menschenwerken blieb im eigentlichen Sinne des Wortes kein Gebäude in seinem ursprünglichen Zusammenhange, kein Stein auf dem andern. Die ganze Landschaft bekam in allen ihren Einzelnheiten ein völlig verändertes Ansehen. Diese Veränderung war am ausgezeichnetesten da, wo der lockere Boden der Ebene auf dem Granit an den Abhängen unmittelbar aufliegend antraf; dort schüttelte sich die dünne Decke von der festen Unterlage leicht ab, und rutschte dem Abhange gemäfs an ihr nieder. Grofse Länderstrecken sanken dadurch an den Abhängen, und es bildete sich an dem Rande der Granitberge eine 9 — 10 Stunden lange und mehrere Fufs breite Ablösungsspalte. Dolomieu sagt, dafs das Volumen der ganzen Ebene vermindert wurde, und ihre Ungleichförmigkeiten an der Oberfläche sich fast so ausglichen, wie es beispielsweise mit einer gefurchten Sandmasse der Fall wäre, welche man in einer flachen Schaale zusammenrüttelt. (Diese Erscheinungen wollen wir noch weiter unten anführen.)

Beispiele von so ungleichförmiger Fortpflanzung der Erdbeben, dafs sie an einer Stelle der Erdrinde nicht

gefühlt wurden, während sie nahe dabei deutlich statt fanden, werden gleichfalls wiederholentlich berichtet, und sehr auffallend zeigt sich dieselbe bei den Wahrnehmungen unter und über der Erde.

So geschah es (1812) zu Marienberg im Erzgebirge, dafs die Bergleute in den Gruben eine starke Erderschütterung spürten und erschrocken dieselben verliefsen; auf der Oberfläche aber war gleichzeitig nichts bemerkt worden. Umgekehrt dagegen war es bei dem Erdbeben in Schweden (November 1823), bei welchem Berzelius anführt, dafs von den vielen in den Gruben von Persberg, Bisperg und Fahlun arbeitenden Bergleuten kein einziger von den Erschütterungen etwas bemerkt habe. Ganz derselbe Fall scheint auch bei dem Erdbeben am Niederrhein (1828) eingetreten zu seyn; denn in den Gruben auf der rechten Seite des Rheines, bei Mühlheim, Essen, bemerkte keiner der gleichzeitig beschäftigten Bergleute den über Tage sehr ausgezeichnet beobachteten Erdstofs *), wohl aber bemerkte man denselben in den Gruben auf der linken Rhein-Seite bei Lüttich, Namur.

Aehnliche Zufälligkeiten sind sehr zahlreich bekannt, so das Beispiel von Neuwied (1807), wo eine Seite einer Strafse verschont blieb **). Ein ähnliches erlebte ich selbst zu Palermo (Sept. 1831). Von dem Erdbeben von Calabrien, 1783, berichten alle Beobachter, dafs der letzte harte Stofs, vom 28. März, fast ausschliefslich an den beiden Endpunkten der oben erwähnten Linie, zu Girifalco und zu Messina, gefühlt ward, während der dazwischen liegende Landstrich kaum davon berührt wurde. Bei dem Erdbeben von Caracas bemerkt Alex. v. Humboldt, dafs die Erschütterungen, welche sich in der Streichungslinie der Küsten-

*) Poggend. Annal. XIII. p. 176.

**) Moll's neue Jahrbücher, II. S. 310.

Kordilleren fortpflanzten, besonders stark in der aus Gneifs und Glimmerschiefer bestehenden Hauptkette derselben wütheten, in den Ebenen am Fufse des Gebirges schwach waren, und eben so selbst in einigen engen, tiefen Thälern, wie in den berühmten Thälern von Aragua. Valencia, die Hauptstadt der Provinz gleichen Namens, blieb unzerstört, und doch zeigten sich noch bedeutend weiter westlich, am See von Maracaybo, heftige Konvulsionen; ja wie durch ein Wunder blieb die Stadt Coro, an der Küste des Golfes von Venezuela, verschont, während sie mitten unter Orten liegt, welche zerstört wurden; nicht einmal eine Spur von Erschütterung zeigte sich dort. La Guayra, die Hafenstadt von Caracas, ward eben so zerstört wie die Hauptstadt; allein auf der 30 Stunden davon entfernten Insel Orchila wurden von Fischern, welche den Tag dort zubrachten, keine Erdstöfse wahrgenommen. Ostwärts Caracas pflanzten sich die Erschütterungen längs der Küste nur äufserst unbedeutend, und kaum fühlbar gegen Neu-Barcellona, Cumana hin fort, ohnerachtet dorthin die Bergkette von La Guayra sich ununterbrochen erstreckt.

In dieser ungleichförmigen Fortpflanzung der Erschütterungen in Amerika scheint selbst etwas Gesetzmäfsiges, stets unter gleichen Umständen Wiederkehrendes sich zu zeigen; denn es ist eine ganz besonders in Peru und in Mexico häufig vorkommende Erscheinung, dafs Erdbeben nicht nur seit Jahrhunderten beharrlich derselben Richtung folgen, sondern dafs sie zugleich auch dabei immer nur an bestimmten Punkten schädlich werden, während sie andere ganz verschont lassen. Die Eingebornen bedienen sich zur Bezeichnung dieser Erscheinung des sinnreichen Bildes, dafs solche verschonten Orte eine Brücke bilden *), unter welcher

*) *Relat. hist. V. p.* 25.

in der Tiefe der Erde die Erschütterungen sich fortpflanzen.

Doch tritt wohl der Fall ein, dafs ein Ort, welcher sehr lange Zeit als Brücke gedient hat und verschont geblieben ist, endlich von den Erschütterungen ergriffen wird. Wie Alex. v. Humboldt anführt, war es eine mehrere Jahrhunderte hindurch stets von Neuem wieder bestätigte Erfahrung, dafs die Erdbeben, welche Cumana betrafen, sich niemals auf die dem Golf von Cariaco gegenüberliegende Seite hin fortpflanzten. Cumana selbst war auf Kalkstein gegründet, auf der Nordseite des Golfs liegt weit vorlaufend die Halbinsel Araya, welche von Glimmerschiefer gebildet wird; hier war man während der Erdstöfse, welche Cumana verheerten, stets in vollkommener Sicherheit, und ein Wasserspiegel von kaum mehr als 18 — 24000 Fufs Breite trennte wunderbar genug ein Feld voll Ruinen von dem Anblicke einer blühenden und sicher bewohnten Landschaft. Diese Sicherheit indefs ward furchtbar gestört, als am 14. December 1797 ein heftiges Erdbeben Cumana heimsuchte. Da wurde zum ersten Male auch die Halbinsel Araya verheert, und seitdem ist sie in ähnlichen Fällen nie wieder verschont geblieben; ja es ist selbst schon vorgekommen, dafs allein nur sie erschüttert ward und Cumana der Ruhe genofs. Neue Verbindungswege scheinen seitdem sich im Innern der Erdrinde eröffnet zu haben, und Araya ist nun selbst ein für sich stehendes Centrum von Erschütterungen geworden *).

Dafs in Ländern, welche in grofser Ausdehnung und Mächtigkeit nur aus locker über einander geschütteten Gebirgsarten gebildet werden, die Wirkungen der Erderschütterungen völlig verloren gehen (an der Oberfläche nicht mehr merkbar werden), davon giebt uns die norddeutsche Ebene ein sehr auffallendes Beispiel; denn

*) *Relat. histor. II. p.* 292.

wohl nur höchst selten sind in dem Innern derselben schwache Erdbeben bemerkt worden, obschon sie nach allen Seiten hin in den ihr zunächst liegenden Bergländern (Skandinavien, England, Harz, Erzgebirge, Rufsland etc.) auftraten. Ein Stofs mufs sich weit leichter in einer homogenen und dichten, mehr oder weniger elastischen Masse fortpflanzen, als wenn dieselbe vielfach von leeren Zwischenräumen und Spalten unterbrochen ist, oder gar so in ihrem Innersten überall ungleichförmig und aufgelockert, dafs nach keiner Richtung hin nur eine Spur von Homogenität statt findet. Diese Bemerkung ist an sich so genügend, dafs wir nicht länger bei ihr verweilen würden; sie leitet uns indefs unwillkührlich noch zu der Betrachtung, dafs es wohl möglich scheint, von derselben einigen Nutzen zu ziehen, um einzelne Punkte der Erdoberfläche, welche den Erschütterungen häufig ausgesetzt sind, mit Hülfe der Kunst selbst vor den gefährlichen Wirkungen derselben sicher stellen zu können.

Es ist nämlich eine bereits von den Alten und unter diesen namentlich von Arisoteles, Plinius und Seneca *) vielfach vorgetragene Ansicht, dafs natürliche und künstliche Höhlungen, Grotten, Steinbrüche und Brunnen die über ihnen befindlichen Gebäude vor den Erschütterungen bewahren, oder doch wenigstens die Wirkungen derselben in hohem Grade vermindern können. Sie empfahlen deshalb die Ausführung solcher Anlagen, und erklärten sich diese Erscheinung durch das Entweichen der in Spannung gehaltenen Dämpfe und Gasarten, deren Druck sie bereits, merkwürdig genug, im Wesentlichen die Kraftäufserungen der Erdbeben zuschrieben. Auch bei den Neueren wiederholen sich ganz dieselben Ansichten, und wir erfahren so namentlich aus

*) *Aristotel. Meteor. Lib. II. cap.* 8. *Plinius Hist. nat. Lib. II. cap.* 82. *Seneca nat. quaest. Lib. VI. cap.* 4 und 31.

den Berichten neapolitanischer Naturforscher, dafs bei den in jenem Lande bemerkten Erdstöfsen sich sehr auffallend oft die Einflüsse solcher natürlichen oder künstlichen Verhältnisse durch die Erfahrung ergeben haben.

Insbesondere verdanken wir den rühmlich bekannten Forschern Vivenzio und Poli in dieser Beziehung sehr zahlreiche Nachweisungen *). Vivenzio führt an, dafs die Römer bei Anlage des Kapitols sich der Vorsicht bedient hätten, tiefe Brunnen in dem kapitolinischen Hügel zu graben, und dafs deshalb dieser Theil von Rom, welcher doch sonst zuweilen sehr stark den Wirkungen der Erdbeben ausgesetzt war, niemals gelitten habe. Es ist ferner eine von mehreren Städten Italiens bekannte Thatsache, dafs sie bei Erdbeben, welche in ihren Umgebungen vorfallen, mehr oder minder auffallend verschont bleiben, und so erwähnt man namentlich von Capua, dafs keine Stadt Campaniens weniger von Erdbeben heimgesucht werde, keine aber auch reicher an tiefen Brunnen sey, während zugleich noch das tief eingeschnittene Thal des Volturno dieselbe auf $\frac{2}{3}$ ihrer Umgebungen einfafst. Fast dasselbe sagt Vivenzio von Nola, seiner Vaterstadt, eben so Poli von Matera, Hauptstadt der Provinz Basilicata, welche auf zahlreichen Grotten und zum Theil künstlichen Aushöhlungen steht, von Cassano in Calabria citra, von der Terra di Tratta Maggiore.

Der berühmte Meteorologe Toaldo berichtet *) von der Stadt Udine in Friaul, dafs nach einem heftigen Erdbeben in alten Zeiten vier sehr tiefe Brunnen angelegt wurden, welche seit Jahrhunderten gute Dienste geleistet zu haben scheinen.

*) *Vivenzio Istoria e teoria dei tremuoti accad. in Calabria nell' anno* 1783, *p. CXLVI seq.* *Poli Memoria sul tremuoto de* 26 *Luglio dell' anno* 1805, *p.* 54 *seq.*

**) *Saggio meteorologico*, *part. III. art. VI. p.* 190. *Padova* 1770.

Doch ganz besonders interessant ist es, was uns in dieser Beziehung über die Verhältnisse in der Hauptstadt Neapels mitgetheilt wird. Dort nämlich hat man in mehreren Fällen bei der Bauart der Häuser und Denkmäler Bedacht auf diesen Umstand genommen, und einige der ansehnlichsten Palläste dieser Stadt, das Königliche Schlofs, der Pallast von Capo di Monte, der Pallast des Duca di Cassano Serra, des Principe di Stigliano, sind über mehr oder minder grofsen Höhlungen auf Pfeilern und Gewölben erbaut worden, welche sich bis jetzt als ein gutes Schutzmittel bewährt haben. Eben so soll es mit dem Obelisken des heiligen Januarius der Fall seyn, welcher nach Celano *) auf einem tiefen Brunnen, der bis zum Wasser reicht, erbaut ist.

Die Zweckmäfsigkeit und das Heilbringende solcher Einrichtungen scheint sich nach Poli bei dem von ihm beschriebenen Erdbeben vom 26. Juli 1805 bewährt zu haben, über welches wir ihm eine grofse Zahl interessanter Details verdanken. Dasselbe hatte seinen Hauptsitz in der Provinz Molise, nordöstlich von Neapel, welche dadurch fast in ähnlicher Weise verwüstet wurde, wie Calabrien 1783; es zeigte sich zugleich noch sehr heftig in der Hauptstadt, und dafs hier von so starken Stöfsen verhältnifsmäfsig nur sehr wenig Schaden angerichtet worden, schreibt Poli allein dem Umstande zu, dafs Neapels Boden seit alten Zeiten von einer unzählbaren Menge von Wasserleitungen, Cisternen, Abführungs-Kanälen, alten Steinbrüchen u. s. w. unterminirt worden ist; er beleuchtet diefs durch Bekanntmachung eines Planes von einem Hauptheile der Stadt, auf welchem alle diese künstlichen Unterbrechungen im Zusammenhange des Bodens ausgedrückt sind, und er erläutert diefs zugleich an den sehr auffallend sichtbaren, verschie-

*) *Notizie di Napoli, T. I. p.* 136.

denartigen Wirkungen der Erschütterungen an seinem eigenen Hause so wie an den Häusern seiner Freunde, welche theilweise auf Höhlungen, theilweise auf festem Grunde erbaut sind. Ohne die ersteren, meint Poli, hätte Neapel mit seinen hohen Häusern und engen Strafsen unfehlbar zusammenstürzen und dem Boden gleich werden müssen. Er empfiehlt deshalb, an Orten, welche den Erdbeben ausgesetzt sind, die Häuser nicht nur niedrig, sondern auch auf Pfeilern und starken Gewölben zu bauen: damit, wie er sich ausdrückt, die Kraft der unterirdischen Mine, welche nun keinen zusammenhängenden Widerstand findet, merklich gebrochen werde, und daher die Fähigkeit verliere, schädliche Wirkungen hervorzubringen. In ähnlicher Weise glaubte schon Toaldo, dafs eine Stadt, welche auf Pfeilern und Gewölben mit passenden Luftlöchern gebaut wäre, vielleicht sicher vor den Erdbeben seyn würde.

Diese ursprünglich von Italien ausgegangenen Erfahrungen, deren Richtigkeit oft bezweifelt worden, finden sich ganz eben so auch aus andern Weltgegenden erwähnt. So erfahren wir, dafs nach einem furchtbaren Erdbeben, welches am 26. April 1721 die Stadt Tauris in Persien verwüstete, dort eine Menge tiefer Brunnen gegraben wurden *), um ähnlichen Wirkungen für die Zukunft vorzubeugen. Auch in Amerika ist dieselbe Ansicht, nach v. Humboldt's Berichten, allgemein verbreitet. In Peru sollen die Erdbeben minder häufig und schädlich zu Quito, als in dem 14 — 15 Meilen südlicher gelegenen Latacugna seyn, und man schreibt diefs der grofsen Zahl tiefer Schluchten zu, welche den Boden in den Umgebungen von Quito nach allen Richtungen durchschneiden **). Zu St. Domingo, welches so häufig von Erdbeben heimgesucht wird, betrachtet man tiefe

*) *Vivenzio p. CL.*

**) Leonh. Taschenbuch 1822. S. 917.

Brunnen als das einzige Sicherungsmittel der Hauptstadt, und es ist gewifs recht auffallend, die unwissenden Indianer dem Reisenden dieselben Ansichten wiederholen zu hören, welche schon vor Jahrtausenden die Philosophen und Naturforscher der Griechen und Römer vortrugen*).

Es gehört ferner zur Karakteristik der Erscheinungen, welche die Erdbeben darbieten, dafs die Schwankungen derselben sich nicht ausschliefslich auf das Festland beschränken, sondern auch sich dem Meere auf eine auffallende Weise mittheilen. Fast überall, wo wir von ansehnlichen Erdbeben in Küstenländern hören, finden wir auch der Aufregung des Meeres, als eines der sie begleitenden Schrecknisse, erwähnt, und oft war der Schaden, welchen sie anrichteten, beträchtlicher, als der der Erschütterungen des Bodens selbst.

Bei dem Erdbeben von Lissabon, etwa eine Stunde später nachdem die heftigsten Stöfse vorüber waren, erhob sich plötzlich das Meer an den Mündungen des Tajo, und ohnerachtet die Ebbe seit zwei Stunden begonnen hatte und der Wind vom Lande wehete, stieg es mit grofser Schnelligkeit, nach den Aussagen einiger Zeugen, bis 40 Fufs über den Stand der höchsten Fluth**). Es drang in die Strafsen ein, und verwüstete u. a. einen neu erbauten, steinernen Damm, auf welchen sich etwa gegen 3000 Menschen geflüchtet hatten, welche sämmtlich dabei ihren Untergang fanden. Es flofs dann eben so schnell wieder zurück, und kehrte noch 3 bis 4 mal mit verminderter Heftigkeit wieder, bevor es seinen gewöhnlichen Stand annahm. Diefs Ereignifs vermehrte in hohem Grade die Schrecknisse des ganzen Vorganges. Die ganze Westküste von Portugal litt von dieser furchtbaren Aufregung des Meeres grofsen Schaden, und besonders ward der Hafen von Setuval, welches schon

*) *Relat. histor. II. p.* 288.

**) *Philos. Transact. XLIX.* 405.

durch die Erderschütterungen hart mitgenommen war, fast zerstört.

Am heftigsten aber und ausgezeichnetesten wurde diese Erscheinung zu Cadix bemerkt, über welche genaue Berichte vorhanden sind *). Der Felsen, auf welchem die Stadt liegt, und welcher durch eine flache, sandige Landzunge mit dem festen Lande zusammenhängt, hatte die ersten Stöfse von Lissabon am 1. Nov. fast gleichzeitig empfunden; sie dauerten dort etwa 3½ Minuten, und versetzten die Bevölkerung in eine grofse Aufregung, doch ohne bedeutenden Schaden anzurichten. Als man sich eben etwas erholt hatte, bemerkte man indefs eine andere furchtbare Erscheinung, von der Meeresseite herandrängend. Das Meer hatte in etwa 8 Seemeilen Entfernung von der Küste, eine Höhe von 60 Fufs über seinen mittleren Stand erreicht, und bildete eine furchtbare Welle, welche drohend sich mit grofser Schnelligkeit der Stadt näherte. Als man sie näher kommen sah, gerieth Alles in die schrecklichste Bestürzung. Die Wachtposten verliefsen die seewärts gekehrten Festungswerke, und das Volk stürzte fliehend zu dem Thore gegen die Landseite. Der erste Andrang dieser Welle gegen die Küste war aufserordentlich heftig. Ein Theil ihrer Kraft brach sich an den Klippen, welche dem Hauptfelsen vorliegen; sie zerstörte dann die ihr entgegenstehenden Wälle und Schutzmauern, wobei sie schwere Kanonen bis 100 Fufs weit zurückrollte; allein in die Stadt eingebrochen, war ihre Kraft schon sehr vermindert, sie überschwemmte nur die dem Meere zunächst liegenden Strafsen, und richtete sehr unbedeutenden Schaden an; dagegen aufserhalb der Stadt trat sie über die oben erwähnte Landzunge, zerrifs dieselbe, und vernichtete die dorthin geflüchteten Menschen. Dieses vorhersehend, hatte der Gouverneur der Stadt früher die Thore

*) *Philos. Transact.* XLIX. *p.* 424 *sq.*

schliefsen und das Volk mit Gewalt am Entfliehen verhindern lassen. Das Wasser zog sich eben so schnell wie es gekommen war wieder zurück, und liefs auf Augenblicke grofse Strecken des Meeresgrundes trocken; es kehrte dann noch 4 bis 5 mal mit schwächerer Kraft wieder.

Unter den Erdbeben, bei welchen die Bewegungen des Meeres lebhaften Theil an den Erschütterungen des Landes nahmen, zeichneten sich das auf Jamaica (1692) und das zu Lima und Callao (1746) aus.

Bei dem ersteren drang das Meer in die Strafsen von Kingston ein, und verschlang einen grofsen Theil der Stadt, welcher zugleich noch niedersank. Viele Schiffe im Hafen wurden dadurch zu Grunde gerichtet, und eine Fregatte (*the Swan*) ward über die Häuser fortgetrieben und strandete endlich in der Stadt, am Hause des Lord Puke. Ein Berichterstatter erwähnt, dafs er gerade während des Erdbebens von Kingston nach Liguania gegangen sey; da habe plötzlich sich das Meer um etwa 6 Fufs mit grofser Schnelligkeit erhoben, und mit genauer Noth sey er der Gefahr verschlungen zu werden entgangen. An andern Stellen der Küste verwüstete das Meer bei dieser Gelegenheit alle Pflanzungen, und bei St. Anne wurden über 1000 Morgen Wald verschlungen.

Doch bei Lima waren die Wirkungen des Meeres in der That furchtbarer als sie noch irgendwo sonst bekannt sind; als nämlich der erste verheerende Erdstofs (am 28. Okt. 10½ Uhr Ab.) längst vorüber war, erhob sich in derselben Nacht noch das Meer in dem Hafen von Callao zu etwa 80 Fufs über seine mittlere Höhe. Es drang rasch über die Stadt hinein, und zerstörte sie so völlig, dafs nur noch einige Reste der Befestigungen davon sichtbar blieben; 5000 Menschen wurden vertilgt, und von der ganzen Bevölkerung nur etwa 200 gerettet. Von den gerade im Hafen befindlichen Schiffen, 23 an

der Zahl, wurden 4 über die Mauern der Festung hinweg fast eine Stunde weit in's Land hineingetrieben und dort auf's Trockne gesetzt; sie waren die einzigen, welche sich retteten, die andern gingen unter. Einige Menschen wurden vom Meere über 2 Stunden weit mitgenommen, und lebend bei der Insel San Lorenzo an's Land geworfen, während fast Alle, welche sich auf Balken schwimmend zu retten suchten, durch das Zerbrechen derselben bei der heftigen Aufregung der Gewässer, ihren Tod fanden.

Bei dem Erdbeben von Messina war die Aufregung des Meeres im Hafen sehr grofs, doch ohne Schaden anzurichten; an der Küste von Calabrien ist sie damals offenbar nicht sehr auffallend gewesen. Doch bei Scilla stürzte durch die Erschütterungen eine grofse Felsmasse in's Meer, und die dadurch entstandene Welle rifs etwas über 1400 Menschen, unter ihnen den Conte di Sinopoli, mit fort, welche sich theils in Barken geflüchtet, theils am Strande gelagert hatten. Die Wirkungen dieser Schwankung sollen sich bis Cap Rasocolmo erstreckt haben.

Bei dem Erdbeben von Caracas trat das Wasser aus dem Meerbusen von Maracaybo zurück, so dafs derselbe trocken gelegt ward.

Eben so geschah es im September 1538 bei den Erdstöfsen, welche die Entstehung des Monte nuovo bei Pozzuoli begleiteten, dafs der Meerbusen von Bajae für kurze Zeit ganz ablief und der Meeresgrund sich mit Bimsteinen und Asche bedeckte. Diese Erscheinung erläutert zugleich sehr wohl das in Küstengegenden zuweilen beobachtete Zurücktreten des Meeres, welches sich ohne auf dem Festlande bemerkte Erdstöfse einstellt.

Doch nicht nur an den Küstenrändern, sondern auch häufig im offenen Meere hat man die Erschütterungen der Erdbeben empfunden, und viele Journale der

Seefahrer erwähnen davon auffallende Beispiele. Während des Erdbebens von Lissabon befand sich ein englisches Schiff etwa 50 Seemeilen von dort, gerade hinsegelnd, und es ward plötzlich durch einen Stofs überrascht, welcher so heftig war, dafs das obere Verdeck dadurch beschädigt wurde. Schon glaubte der Kapitain sich in der Richtung betrogen zu haben und auf eine Klippe gestofsen zu seyn; er liefs schnell das grofse Boot aussetzen, um die Mannschaft zu retten, doch bald überzeugte man sich, dafs man fern von aller Gefahr im offnen Meere sey. Eine gleiche Erscheinung wurde am 2. Februar 1816 auf zwei Schiffen beobachtet, von denen das eine 120, das andere 270 Stunden von Lissabon westlich entfernt war; denn beide fühlten einen starken Stofs ohne bemerkbare Veranlassung.

Eine grofse Zahl von älteren Beispielen dieser Art hat Büffon gesammelt, und ich will hievon nur anführen, dafs der bekannte Reisende Shaw auf einem algierischen Schiffe, an einer Stelle, wo das Meer über 200 Fufs tief war, im Jahre 1724 drei heftige Stöfse empfand, welche eine Empfindung hervorbrachten, als ob Massen von 20 — 30 Tonnen Gewicht auf den Ballast geworfen würden. Der bekannte Seefahrer Schouten berichtet, dafs in den Mollucken die Schiffe häufig Erdbeben an solchen Stellen empfinden, wo der Meeresgrund mit gewöhnlichen Mitteln nicht zu erreichen ist, und zwar gerade so, als ob sie gestrandet wären. Le Gentil empfand einst auf seiner Reise um die Welt in diesen Meeren einen Stofs, welcher so heftig war, dafs er die Kanonen in hüpfende Bewegung versetzte, und dafs die Strickleitern an den Masten rissen.

Eines der neuesten Beispiele dieser Art begegnete dem Kapitain v. Kotzebue auf seiner Fahrt von Conception nach Kamtschatka, etwa in 30 geogr. Meilen Entfernung vom Festlande. Die neuesten Erscheinungen dieser Art sind aus den Jahren 1828 zu Callao

und von Gran Canaria. Am ersteren Orte (den 30. März) fühlten die Schiffe bei 150 Fufs Tiefe den Stofs so, als ob sie gegen einen Felsen stiefsen; man sah von ihnen aus den Staub von dem zertrümmerten Lima sich erheben, als man den Stofs noch nicht empfunden hatte. Dieses Erdbeben mufste sich mithin von dem Gebirge gegen das Meer fortgepflanzt haben; im Allgemeinen war indefs seine Richtung doch auch entschieden wieder von S. nach N.

Die Betrachtung der Theilnahme des Meeres an den Wirkungen der Erdbeben führt uns auf den möglicher Weise nachweisbaren Antheil der Atmosphäre an denselben Erscheinungen. Er ist vielfach behauptet und widerlegt worden, und da er im Allgemeinen wenigstens bei weitem weniger deutlich und unzweifelhaft zu seyn scheint, als der eben behandelte Antheil des Meeres, so ist eine genauere Beleuchtung der hieher gehörigen Momente um so wünschenswerther. Im Allgemeinen ist es eine sehr verbreitete und vielfach wiederholte Behauptung, dafs die heftigeren unter den bekannt gewordenen Erdbeben sich in Begleitung oder vorangekündigt und gefolgt von sehr ausgezeichneten und ungewöhnlichen Witterungs-Verhältnissen einstellten. Eben so sicher aber auch ist es, dafs sich bei genauerer Durchmusterung der in dieser Beziehung gemachten Angaben, aus der zahlreichen Verwickelung der Phänomene durchaus nichts Konstantes, unter gleichen Umständen überall immer wieder Eintretendes herausstellt.

Alex. v. Humboldt sagt in dieser Beziehung *): „Es ist eine sehr alte und zu Cumana, Acapulco und Lima sehr verbreitete Ansicht, dafs eine merkbare Beziehung zwischen den Erdbeben und dem Zustande der Atmosphäre, welcher denselben vorausgeht, statt finde. An den Küsten von Neu-Andalusien beunruhigt man

*) *Relat. hist. Vol. II. p.* 281.

sich, wenn bei sehr heifsem Wetter und nach langer Trockenheit der Seewind plötzlich zu wehen aufhört, und wenn sich am Himmel, frei von Wolken um das Zenith, in etwa 6 — 8° Höhe über dem Horizont, ein röthlicher Dampf zeigt. Diese Vorzeichen sind indefs äufserst ungewifs, und wenn man sich an die Verbindung der meteorologischen Variationen erinnert, in den Epochen, an welchen die Erdrinde am meisten beunruhigt war, so überzeugt man sich, dafs heftige Stöfse sowohl bei trocknem als bei nassem Wetter, bei frischem Winde eben so wie bei drückender Windstille eingetreten sind. Nach der grofsen Zahl von Erdbeben, deren Zeuge ich gewesen bin, sowohl südwärts als nordwärts des Aequators, auf dem Festlande sowohl als auf dem Meere, an den Küsten sowohl als in 2500 Toisen Erhebung, war ich sehr geneigt zu glauben, dafs die Schwingungen des Erdbodens im Allgemeinen unabhängig sind von dem vorhergehenden Zustande der Atmosphäre, und diefs ist auch die Meinung vieler unterrichteten Personen in den spanischen Kolonien, deren Ansichten sich auf eine gröfsere Zahl von Erfahrungen gründen als die meinigen."

Alle Erzählungen, besonders von gröfseren Erdbeben, beginnen indefs mit einer Darstellung der dem Eintritte derselben vorausgegangenen und den Verlauf des Ganzen begleitenden, mehr oder minder aufserordentlichen Witterungs-Erscheinungen, und es wird daher nicht ohne Interesse seyn, einige derselben hier anzuführen.

Von dem Erdbeben von Lissabon wird berichtet, dafs die demselben vorausgehenden Jahre sich ganz besonders durch eine in diesen Gegenden ganz unerhörte Armuth an atmosphärischen Niederschlägen auszeichneten. Seit dem Jahre 1750 hatte es dort so wenig geregnet, als man sich dessen von vorher nicht zu erinnern wufste *);

*) *Philos. Transact. XLIX. p.* 403.

der Sommer 1755 indeſs machte dieser lange anhaltenden Dürre ein Ende, es regnete in ihm sehr stark über einen groſsen Theil von Europa, und namentlich in der Schweiz und in Ober-Italien, wohin auch die Wirkungen des Lissabonner Erdbebens sich vorzugsweise heftig erstreckten, waren dadurch bedeutende Ueberschwemmungen erzeugt worden. Im Spätherbste endlich traten die Erdstöſse ein, und der ihnen nachfolgende Winter war sehr ausgezeichnet durch seine Milde in ganz Europa, von Portugal bis nach Norwegen, wo man damals allgemein diese Erscheinung den Wirkungen des Erdbebens zuschrieb *).

Ganz ein ähnlicher Fall war es im Allgemeinen auch mit dem Erdbeben in Calabrien; denn der Winter, welcher demselben vorherging, war, wie Dolomieu ausdrücklich anführt, in ganz ungewöhnlichem Grade regnerisch; noch am Morgen des 5. Febr. regnete es sanft, als aber die Erdstöſse begonnen hatten, ward das Wetter auffallend trocken, und dieſs war ein groſses Glück für die Bewohner jener Gegenden, welche genöthigt waren zwei Monate hindurch, welche in jenem Klima noch zu den rauhern gehören, unter freiem Himmel zuzubringen.

Auch auf der Nordküste von Afrika, besonders bei Algier, sollen nach den Berichten von Shaw **) die Erdbeben fast immer einen oder zwei Tage nach starkem Regen eintreten. Eben dasselbe wird uns mehrfältig von Jamaica berichtet ***), und man schreibt diese Erscheinung dort dem Umstande zu, daſs von Regengüssen die Poren der Erdrinde verschlossen und also den

*) Beschreibung des Erdbebens von Lissabon. Danzig 1756. S. 14 sq.

**) *Voyage p.* 182.

***) *Sloane Introduct. to the history of Jamaica, p.* 44. *Philos. Transact. No.* 209. *p.* 77. *Hist. des tremblemens de terre, II. p.* 442.

im Innern derselben eingeschlossenen Gasarten der Ausweg versperrt werde.

Nichts desto weniger ist übrigens ein solches Witterungsverhältnifs keineswegеs als eine bei allen Erdbeben vorkommende Regel anzusehen, im Gegentheile haben wir sogar viele und wohl eben so viele Fälle, in welchen das Wetter gerade entgegengesetzte Erscheinungen dargeboten hat.

So ging dem Erdbeben von Caracas *) eine fast beispiellose Dürre von 5 Monaten voraus, während welcher im Umkreise von 90 Stunden von Caracas (in ganz Venezuela) kein Tropfen Regen gefallen war. Als Cumana im Jahre 1766 von Erdbeben zerstört ward, war sogar eine volle 15 Monate anhaltende Dürre vorhergegangen **), und überhaupt fürchtet man dort stets Erdbeben, wenn eine längere Zeit hindurch kein Regen gefallen ist.

So karg nun übrigens der Regen hier vor Erdbeben zu seyn pflegt, so über die Maafsen häufig und reichlich pflegt er unmittelbar nach denselben einzutreten.

So war es der Fall zu Cumana, so soll es regelmäfsig in ganz Venezuela und an den Küsten von Peru, auf der Hochebene von Quito seyn, und den Erschütterungen folgen gewöhnlich starke Anschwellungen der Ströme, welche nach der vorangegangenen Dürre das Land befruchten und die Vegetation aufserordentlich üppig hervorrufen. Jahre der Erdbeben sind deshalb auch, wie A. v. Humboldt ausdrücklich bemerkt, in jenen Gegenden durch ganz ungewöhnliche Fruchtbarkeit ausgezeichnet, und diefs veranlafst die Indianer, deren leichte Hütten von den Erdstöfsen nur wenig beeinträchtigt werden, die Erinnerungen solcher Jahre durch Freudenfeste zu begehen, während die Europäer dage-

*) *Relat. hist. V. p.* 15.

**) *Relat. hist. II. p.* 281.

gen Processionen und Bufsübungen anstellen, um die Wiederholung solcher Kalamitäten von sich abzuwenden.

Etwas Aehnliches von der Fruchtbarkeit der durch Erdbeben bezeichneten Jahre kennt man bereits auch in Europa; Vivenzio führt ein auffallendes Beispiel aus England an, wo nach einigen starken Erdstöfsen zu London, im Februar und März 1749, die Pflanzen sich so rasch und so üppig entwickelten, wie sie sonst sich nur zwei Monate später zu zeigen pflegen. Eben so nach den Erdbeben, welche den Ausbruch des Vesuv von 1779 begleiteten, fingen der Wein und die Obstbäume in Campanien im August an noch zum zweiten Male zu blühen und reife Früchte zu tragen; diese Erscheinung wurde damals vorzugsweise der Elektricität zugeschrieben, die, wie man glaubte, die einzige Veranlassung von Erdbeben und vulkanischen Ausbrüchen sey, und die, wie die Versuche von Nollet und Jallebert zeigen, die Vegetation beschleunigt und das Gedeihen der Pflanzen befördert.

Es scheint also nach dem Vorhergesagten, dafs die Erdbeben vorzugsweise die Eigenheit haben, in grofsen Wetterscheidungsmomenten sich einzustellen, und wenn es uns auch zur Zeit noch nicht möglich ist, diese Erscheinungen zu begreifen, und den Einflufs, welchen die Vorgänge im Innern der Erdrinde auf die Ereignisse in der Atmosphäre ausüben, nach Ursache und Wirkungen zu verfolgen, so dient es doch dieser Ansicht nicht wenig zur Bestätigung, dafs nach allgemeiner Aussage die Erdbeben in den Tropenländern eine sehr bestimmte Beziehung zu den Jahreszeiten zeigen, indem sie vorzugsweise um die Zeit der Tag- und Nachtgleichen auftreten, in welcher die Regenzeit sich in den trocknen Sommer verwandelt, oder umgekehrt, in welcher in den indischen Meeren sich die periodischen Winde umsetzen, und welche überhaupt auf den meteorologischen Karakter des Jahres den gröfsten Einflufs ausüben. Dafs dem

wirklich so sey, darüber lassen uns die in so vielen Ländern der Erde verbreiteten Meinungen des Volkes durchaus keinen Zweifel übrig.

Keine Zeit des Jahres, berichtet Alex. v. Humboldt *), ist in den niedern Gegenden von Peru und an den Küsten von Neu-Andalusien so gefürchtet wegen der Erdbeben, als der Eintritt der Regenzeit, welche zugleich auch die Zeit der Stürme ist (gleich nach dem Herbst-Aequinoctium), und in der That scheint auch der Monat Oktober jenen Ländern ganz besonders unheilbringend zu seyn (Lima und Callao den 28. Okt. 1746, Cumana den 21. Okt. 1766). Nächst dieser Epoche scheint das Frühlings-Aequinoctium zugleich noch besonders gefährlich, und wir führen für dasselbe hier ebenfalls nur zwei der gröſseren Katastrophen neuerer Zeit an, die Zerstörung von Caracas (den 26. März 1812), und das groſse Erdbeben von Riobamba (den 4. Febr. und ganzen Februar und März 1797). Auch von Chili wird uns dasselbe noch neuerlich durch einen zuverlässigen Beobachter, den Kapitain Basil. Hall, berichtet, wenn gleich ältere Reisende, wie Molina, welcher viele Jahre dort lebte, demselben widersprechen zu müssen glauben **).

Auf den Molluckischen Inseln ist ferner die Richtigkeit dieser Thatsache so allgemein angenommen, daſs man dort gewöhnlich die Monate der regnerischen Jahreszeit unter leichten Rohrhütten zubringt, um die Gefahr zu vermeiden, und La Billardière bemerkt, daſs dort die Erdbeben besonders gefürchtet seyen um die Zeit, wenn die Moussons wechseln ***). Ganz

*) *Relat. hist. V. p.* 13.

**) Molina, Naturgeschichte von Chili, p. 29.

***) *La Billardière Voyage à la recherche de La Peyrouse. I. p.* 291.

Aehnliches erfahren wir ebenfalls von den Antillischen Inseln *).

Wenn gleich in den Tropengegenden sich übrigens diese Erscheinung am deutlichsten ausgesprochen findet, so scheint sie sich doch im Allgemeinen auch noch in höheren Breiten zu bestätigen, und u. a. finden wir in Kamtschatka und auf den Kurilen denselben Glauben wieder, welchen wir so eben von den Mollucken und Antillen erwähnt haben. Auch in dem südlichen Theile von Europa scheint diese Ansicht einige Bestätigung zu finden, und kaum möchte es wohl ganz zufällig seyn, dafs zwei der ansehnlichsten Erdbeben der neuesten Zeit, das zu Lissabon und das in Calabrien, in den November und in den Februar und März fielen. Dafs die ihnen nachfolgenden Stöfse das ganze Jahr hindurch dauerten, wie Manche gegen diese Ansicht bemerkt haben, kann wohl kaum in Betracht kommen, da es sich hier nur darum handelt, in welcher Jahreszeit der unterirdische Procefs wirksam erregt wird und zum Ausbruche kommt, nicht wie lange er noch fortwirkt, nachdem er einmal angefacht worden ist.

Allerdings kann es nicht geleugnet werden, dafs auch einige der bedeutendsten Erdbeben neuester Zeit in ganz ungewöhnliche Jahreszeiten fallen, wie z. B. das vom 26. Juli 1805 zu Neapel; doch glaubt man allgemein und insbesondere in Sicilien an den vorwaltenden Einflufs der Aequinoctial-Perioden. Kapitain Smyth **) führt dieses Verhältnifs mit dem ausdrücklichen Bemerken an, dafs 13 der vorherrschendsten Erdbeben, welche die Geschichte Siciliens aufzuweisen hat, zwischen die Mitte des Januar und Ende März fielen. Hier scheint

*) *Chanvallon*, bei *Cotte Mém. sur la Météorologie.*

**) *Memoir of Sicily p.* 6.

also insbesondere das Frühlings-Aequinoctium von Wichtigkeit, wie in Süd-Amerika das des Herbstes. Dasselbe schien sich mir auch bei einer vergleichenden Arbeit zu bewähren, welche ich über die in den letzten 40 Jahren (von 1792—1831) zu Palermo beobachteten Erdbeben auszuführen Gelegenheit hatte *). Innerhalb dieses Zeitraumes waren dort 57 Erdbebenfälle bemerkt worden, und von diesen fielen allein 13 in den März, während aufserdem nicht mehr als sechs Erdbeben in einem Monate (August und Septemher) zusammenfallen; Februar, März und April haben deren zusammen 22 ($\frac{2}{5}$ der ganzen Zahl) aufzuweisen, und die wenigsten unter allen der Mai, nächstdem der December. Dieses Resultat scheint schon immer merkwürdig, um so mehr, als ja bei einer solchen Arbeit nicht zu vermeiden ist, dafs sekundäre Fälle mit primären sich mannigfaltig mischen und die reinen Resultate verdunkeln.

Wir haben in der neuesten Zeit (1834) noch eine sehr merkwürdige Zusammenstellung über die hiehergehörigen Verhältnisse der Erdbeben in den Ländern Europa's, nördlich der Alpen, durch den rühmlichst bekannten Geognosten Peter Merian **) zu Basel erhalten, aus welcher sich deutlich ergiebt, dafs auch in unseren Breiten eine sehr bestimmt nachweisbare Beziehung der Erdstöfse zu den Jahreszeiten statt findet. Es wird durch diese Schrift in Erinnerung gebracht, dafs von allen Gegenden auf der Nordseite der Alpen vorzugsweise die Umgegend von Basel als ein ausgezeichnetes Centrum von Erdbebenwirkungen müsse betrachtet werden. Es ward nämlich am 18. Oktober 1356 diese Stadt durch ein heftiges Erdbeben völlig zerstört; ihr Ruin war so

*) Poggend. Ann. XXIV. S. 54.

**) P. Merian über die in Basel wahrgenommenen Erdbeben, nebst einigen Untersuchungen über die Erdbeben im Allgemeinen. Basel 1834. S. 9.

vollkommen, wie der von Lissabon 1755 nur seyn konnte, denn es folgte dem Zusammenstürzen der Häuser, Kirchen eine Alles verheerende Feuersbrunst. Die dem ersten Stofse folgenden Erschütterungen währten dabei noch ein ganzes Jahr lang, und es zerfielen dadurch in einem Umkreise von 4 Meilen um Basel, nach der geringsten Angabe, auf den benachbarten Bergen wenigstens 34 namhafte Burgen und Schlösser. Seit jener Zeit nun zwar ist ähnliches Unglück von solcher Bedeutung nicht wieder vorgekommen, ja es haben sogar deutlich die Erderschütterungen in den nachfolgenden Jahrhunderten an Zahl und Stärke ziemlich regelmäfsig abgenommen (im 17ten Jahrhundert bemerkte man deren 59, im 18ten 24, und im 19ten bis jetzt 4); doch hat es sich gezeigt, dafs, wenn seitdem Erdbeben in den Ländern nordwärts der Alpen statt fanden, diese vorzugsweise sehr heftig in der Umgegend von Basel empfunden wurden, und dort noch mehrmals bedeutenden Schaden anrichteten.

In Beziehung auf den Einflufs der Jahreszeiten aber zeigte es sich, dafs von 118 durch Merian konstatirten Erdbebenfällen 78 im Herbst und Winter, dagegen nur 40 im Frühling und Sommer bemerkt wurden. Ganz dasselbe geht auch aus der fleifsigen Zusammenstellung der Erdbeben von 1821—29 von A. v. Hoff in Poggendorff's Annalen hervor. Es wurden nämlich während dieser 9 Jahre in den Ländern nördlich der Alpen nicht weniger als 98 Erdbebenfälle beobachtet, und unter diesen fielen unter ganz gleichen Verhältnissen 65 in den Winter und Herbst, aber nur 33 in den Sommer und Frühling. Aeltere Verzeichnisse, wie z. B. das von Cotte, sind, wie Merian gezeigt hat, wegen der Mangelhaftigkeit und Unsicherheit ihrer Aufzählungen zur Anstellung solcher Vergleiche nicht brauchbar.

Eine der auffallenderen Witterungs-Erscheinungen, welche bei den bedeutenderen Erdbeben sich zu zeigen pflegt, ist das Auftreten mehr oder minder weit ausge-

dehnter, trockner Nebel, von der Art, wie wir sie gewöhnlich mit dem Namen des Hehrrauches zu bezeichnen pflegen.

Diese Erscheinung ist niemals ausgezeichneter bemerkt worden, als im Jahre 1783, in welchem, aufser dem Erdbeben von Calabrien, auch ein grofsartiger vulkanischer Ausbruch auf Island und ein anderer in Japan statt fand. Wir besitzen über denselben viele merkwürdige Nachrichten, welche durch Alex. v. Humboldt und Arago *) gesammelt worden sind. Es geht daraus hervor, dafs dieser Nebel fast gleichzeitig im Juni jenes Jahres an den entferntesten Orten von Europa eintrat; er bedeckte auf diese Weise unsern ganzen Erdtheil, Nord-Afrika, einen kleinen Theil von Asien und Nord-Amerika; in den südlicheren Theilen des atlantischen Oceanes aber erstreckte er sich kaum über mehr als 100 Meilen Entfernung von den Küsten Europa's und Afrika's, und er diente so den aus Amerika herüberkommenden Schiffen zur Orientirung. Ganz besonders dicht war er im Mittelmeere, in dem Theile desselben, welcher zwischen Spanien und Italien liegt. Bereits seit den Tagen des Erdbebens war er besonders dicht auf den Bergen Calabriens. Das Erste, was die Augen der von der Akademie zu Neapel dorthin gesendeten Kommissarien traf, als sie am 5. April in den Golf von Policastro gelangten, war der Anblick des Nebels und das Gefühl einer gewissen Schwere der Luft, welche das Cap von Scalea einhüllte **). Als er sich weiter verbreitet hatte, war er längs den Südküsten von Frankreich so dick, dafs man in Languedoc die Sonne erst sehen konnte, wenn sie am Morgen etwa auf 12° Höhe über den Horizont gestiegen war, und am übrigen Theile des Tages erschien sie roth gefärbt, strahlenlos

*) *Relat. hist. IV. p.* 15, und *Annuaire pour l'an* 1832. *p.* 244.

**) *Istoria de' fenomeni del tremuoto etc. p.* 1.

und mit blofsem Auge anzuschauen. Den Seefahrern begegnete damals in diesen Meeren viel Unglück. Nicht minder grofs wie die horizontale Ausdehnung war auch die vertikale dieses Nebels; denn die Winde, welche in den niedern Regionen der Luft herrschen, hatten auf ihn sichtbar keinen Einflufs, und man fand ihn bis auf den höchsten Gipfeln der Alpen, wohin Reisende damals gelangten. Man behauptet selbst, dafs dieser Nebel im Dunkeln ein eigenthümliches Leuchten gezeigt habe, indem nach den Aussagen einiger Beobachter es während seiner Dauer um Mitternacht zuweilen so hell wie beim Vollmonde gewesen sey. Kurz, es war in der That eine sehr eigenthümliche Erscheinung, und merkwürdig genug zeigte sich etwas ganz Aehnliches im Sommer 1831, genau um dieselbe Zeit, als an den Küsten von Sicilien sich die neue Vulkan-Insel bildete. Dort in der Nähe trat der Nebel gleichzeitig mit der Erscheinung der Insel selbst ein, und Niemand zweifelte an dem Zusammenhange beider Phänomene; er bedeckte darauf successiv ganz Europa etwa einen Monat später bis nach Sibirien und Nord-Amerika, wo er zu New-York bemerkt wurde, und er erregte in ganz Italien, Deutschland und Frankreich Erstaunen durch die langen Dämmerungen, hellen Nächte und glühenden Abendröthen, welche während der Zeit seiner Abwesenheit statt fanden. Beide Nebel sind bereits von Arago *) mit einander in Vergleichung gebracht worden.

Bei dem Erdbeben von Cumana, am 4. November 1799, mehrere Tage nach einander, besonders gegen Abend, zeigte sich ein eigenthümlicher, röthlicher Nebel, welcher die ganze Umgegend bedeckte. Er war besonders an dem Abende vor den Erdstöfsen ungewöhnlich dicht, und ward von den Einwohnern ohne Weiteres für ein Vorzeichen von Erdbeben betrachtet.

*) *Annuaire pour l'an* 1832. *p.* 248.

Auch bei dem Erdbeben von Lissabon herrschte Nebel, insbesondere an der Mündung des Tajo bei Colares, und am Tage vorher war die Luft zu Lissabon mit einem röthlichen, ungesunden Nebel erfüllt gewesen *). Nichtsdestoweniger sagt bereits Alex. v. Humboldt, dafs man sich wohl davor hüten müsse, dergleichen Nebel als sichere Vorzeichen oder als konstante Begleiter von Erdbeben anzusehen **).

Sehr viele Nachrichten von ungewöhnlichen Zuständen der Witterung, von welchen Erdbeben, nach darüber vorhandenen Berichten, begleitet wurden, verdienen keine weitere Berücksichtigung; nur allein ist die oft vorkommende Bemerkung plötzlicher Windstöfse und elektrischer Meteore zu erwähnen, welche den Erdstöfsen entweder unmittelbar vorangingen, oder nach vielfachen Berichten auch sie begleitet haben, und gewöhnlich mit den Windstöfsen verglichen werden, welche Gewittern unmittelbar vorherzugehen pflegen.

Diese Erscheinungen sind ganz besonders bei dem Erdbeben von 1805 zu Neapel bemerkt worden; auch will der Berichterstatter von Colares bemerkt haben, dafs der Wind sich bei den stärkern Erdstöfsen des Lissaboner Erdbebens, welche am 1., 20. und 24. Nov. vorfielen, plötzlich umsetzte. Bei dem Erdbeben von 1795 in England wurden heftige Windstöfse, welche von oben herabkamen, wunderbarer Weise in dem oberen Theile der Bergwerke von Derbyshire bemerkt. Furchtbare Windstöfse werden auch in Begleitung einiger heftigen Erdstöfse in Ober-Italien im December

*) Kries, von den Ursachen der Erdbeben, S. 115. Mehrere ähnliche Fälle von röthlichem Nebel bei Erdbeben finden wir in der Abhandlung von Kries, *de nexu inter terrae motus etc. et statum atmosphaerae* 1829, in den *Acta Soc. Jablonov. Tom. IV. fasc. I.* 1832. *p.* 3 — 60.

**) *Relat. hist. II. p.* 282.

1810 angeführt. Ganz ungewöhnlich beunruhigt aber war die Atmosphäre, nach mehrfachen Berichten, bei dem Erdbeben auf der Insel Zante, am 29. December 1820 *). Mehrere Tage lang herrschten heftige Stürme, furchtbar drohende, dunkle Gewitterwolken thürmten sich auf, und endlich, bald nach den Stöfsen, folgten heftige Regengüsse, welche grofse Verheerungen anrichteten.

Diese Erscheinungen verdienen zwar beachtet zu werden, doch dürfen wir ja nicht vergessen, dafs wir uns hier stets auf einem Felde befinden, in welchem es gegenwärtig leider noch unmöglich ist, das Wesentliche von dem Zufälligen zu sondern, und in welchem daher falsche Schlüsse über den Zusammenhang der Erscheinungen unvermeidlich sind. In der That auch zeigen einige uns bekannt gewordene Beispiele bereits hinlänglich, wie sehr leicht hier der Irrthum ist.

Bei dem oft erwähnten Erdbeben von Cumana, welches Alex. v. Humboldt dort erlebte, hatte die Witterung eine sehr auffallende Beschaffenheit. Aufser den Nebeln, welche vorhergingen (4. Nov. 1799), hatte die Hitze eine für die Jahreszeit ganz ungewöhnliche Höhe erreicht, 26° C. (21° R.), und die Schwüle, welche in der Luft herrschte, war unerträglich, da der sonst stets eintretende kühle Seewind jetzt ausblieb. Am Tage des Erdbebens selbst thürmte sich ein drohendes Gewitter an den Bergen auf; wenige Minuten vor dem ersten Erdstofse erhob sich ein heftiger Windstofs, ihm folgte unmittelbar ein Regengufs, und im Moment der Erschütterung selbst ein starker Donnerschlag. Alle diese Erscheinungen scheinen ohne Zweifel mit einander in Beziehung zu stehen, und als daher am nächsten Tage fast genau zu derselben Stunde wieder ein Windstofs mit etwas Regen und Donnerschlägen erfolgte, fürchtete man ängstlich einen neuen Erdstofs. Doch er blieb aus,

*) *Journ. de Phys. Juin* 1821. Gilb. Ann. Bd. LXIX. S. 330.

und so geschah es auch noch 5 bis 6 Tage nach einander, eine Regelmäſsigkeit, welche dort häufig in dem periodischen Wiederkehren gewisser Witterungs-Erscheinungen bemerkt wird *).

Auch als Messina zerstört wurde, hatte sich gerade ein heftiges Gewitter in der Meerenge festgesetzt; sein Erscheinen war indeſs, wie schon Dolomieu bemerkt, höchst wahrscheinlich nur zufällig, da das Wetter gleichzeitig in Calabrien ruhig und heiter war.

Ueberhaupt sehen wir wohl, daſs alle diese Verbindungen besonderer Witterungszustände mit Erdbeben wahrscheinlich nur von speciellen, uns noch unbekannten Verhältnissen abhängig und keinesweges durchweg wesentlich werden seyn können; denn es finden sich zuweilen selbst Beispiele von Erdbeben, bei welchen durchaus keine irgend auffallende Erscheinungen in dem Zustande der Atmosphäre bemerkt wurden.

Solch ein Erdbeben war u. a. jenes von Chili, im November 1822, eines der stärksten aus der neuesten Zeit. Bei seinem Eintritte war vollkommen heiterer Himmel; Mond und Sterne glänzten, und weder vor- noch nachher änderte sich das Wetter. Auch bei dem Erdbeben von Caracas war schönes, helles Wetter am Tage der Zerstörung, und die Ruhe der prächtigen, sternklaren Nacht, welche demselben folgte, bildete einen starken Kontrast gegen den Schrecken der Einwohner.

Auf eine anziehende Weise wird dasselbe Verhältniſs durch den Abbate Scina von Palermo von den zahlreichen Erdstöſsen berichtet, welche in den Jahren 1818 und 1819 in der Bergkette der Madonia statt fanden. Jene Erdstöſse, welche sich auffallend genug auf den Raum weniger Quadratmeilen beschränkten, richteten beträchtliche Beschädigungen in den vereinzelt auf den Gipfeln spitzer und bis zu 4000 Fuſs Höhe reichen-

*) *Relat. hist. IV. p.* 26.

der Berge liegenden Städten an; grofse Felsblöcke wurden von den Bergen abgerissen und rollten hinunter, der Erdboden selbst öffnete sich an mehreren Stellen. Nichtsdestoweniger zeigte sich weder vor- noch nachher, noch innerhalb der etwa siebenmonatlichen Dauer der Erdstöfse irgend eine auffallende Erscheinung in der Witterung.

Der Verfasser sagt hierüber wörtlich: „Die Erdbe-„ben fielen vor, theils bei heiterem, theils bei bewölk-„tem Himmel, bei warmem und bei kaltem Wetter, mit „und ohne Regen, und beim Wehen des Windes aus „jeder beliebigen Richtung. Nichtsdestoweniger gab „es in allen diesen kleinen Bergstädten Niemand, „welcher nicht fortwährend angelegentlich nach dem „Zustande des Himmels und der Luft geforscht hätte, „und jeder Ort schien von Wetterpropheten (*Aëro-„manti*) bewohnt zu werden. Denn aus der Dunkel-„heit der Luft, aus der Form und der Farbe der Wol-„ken, oder aus andern ähnlichen Zeichen schmeichelten „sie sich, ihnen scheinbar ganz untrügliche Anzeigen „von bevorstehenden Erdbeben ableiten zu können."

Wie leicht man sich übrigens in der Beurtheilung der hiehergehörigen Verhältnisse irren könne, davon habe ich selbst bei der Bearbeitung der Erdbeben von Palermo ein sehr bemerkenswerthes Beispiel gegeben; ich fand nämlich bei Vergleichung der Winde, welche während der oben bemerkten 57 Erdbebenfälle beobachtet wurden, die Richtungen von NO., SW. und W. ganz vorwaltend, es waren nämlich bei

NO.-Winden 17 Fälle,
SW.-Winden 15 Fälle, und
W.-Winden 11 Fälle vorgekommen, mithin zusammen bei diesen drei Windrichtungen 43, oder gerade $\frac{3}{4}$ aller in dieser Zeit beobachteten. Schon war ich geneigt, in dieser Thatsache irgend etwas Gesetzmäfsiges zu finden, als es sich ergab, dafs gerade diese

Richtungen, vermöge der Lage von Palermo, die des dort bereits äufserst fühlbaren Wechsels von See- und Landwind sind, welche reichlich 6 Monate im Jahre hindurch wehen, und sehr leicht in niedrigen Luftschichten über die im Allgemeinen durchstreifenden Winde die Oberhand gewinnen.

Um indefs noch sicherer über den Einflufs urtheilen zu können, welchen die Erdbeben etwa auf den Zustand der Atmosphäre auszuüben im Stande sind (oder über den Zusammenhang, in welchem beide etwa stehen können), scheint es passend, den Gang der meteorologischen Werkzeuge zu vergleichen, und namentlich das Barometer zu betrachten, welches über alle in einiger Ausdehnung in der Atmosphäre vorgehenden Veränderungen vorzugsweise Rechenschaft abzulegen geeignet ist. Hier findet sich eine bereits seit den Zeiten, in welchen zuerst das Barometer mit Aufmerksamkeit beobachtet wurde, verbreitete Ansicht, dafs der Luftdruck sich bei Erdbeben vermindere, und zwar so, dafs ein schnelles Sinken des Barometers als Vorbote und unmittelbarer Begleiter müsse betrachtet werden.

Untersuchen wir nun die Thatsachen, auf welche diese Ansicht sich gründet, und welche sie zu bestätigen oder zu widerlegen scheinen. Im Allgemeinen ist es wohl zu erwähnen, dafs die Führung eines Journales zuverlässiger Barometer-Beobachtungen vorzugsweise in den Gegenden, welche von Erdbeben heimgesucht werden, ein heute noch sehr selten vorkommender Fall ist, und in früheren Zeiten fast nirgend darauf Rücksicht genommen wurde. Man begnügte sich daher in der Regel mit sehr unvollkommenen Bemerkungen.

Hieher gehört denn namentlich die immer wiederholte Anführung, dafs zu Oran bei dem Erdbeben (wahrscheinlich von 1790) ein Apotheker sich und seine Familie wenige Minuten vorher rettete, weil er zufällig in dem Barometer die Quecksilbersäule auf eine ganz ungewöhnliche

liche Weise sich verkürzen sah *). Wir wissen jedoch nicht, in wie weit diese Thatsache begründet ist oder nicht. Eben so wird behauptet, dafs zu Cap Français auf San Domingo am 3. Juni 1770, bei dem dort wohnenden Physiker Courrejolles **) ein von ihm verfertigtes Wasserbarometer um 2 Zoll 8 Linien, eine Höhe, welche etwa 2 Linien Quecksilber entprechen würde, unmittelbar vor dem dort statt findenden starken Erdbeben sank.

Ganz etwas Aehnliches und zum Theil genauer Belegtes ist auch in andern Gegenden der Erde mehrfältig beobachtet worden, und wenn gleich auch von keinem unmittelbaren Sinken des Barometers bei Erdstöfsen die Rede ist, so war doch offenbar die allgemeine Bewegung desselben sehr häufig auffallend zum Sinken geneigt. Bei dem Erdbeben, welches in Lappmarken den 31. December 1758 vorfiel ***), bemerkte man als auffallend, dafs das Barometer vier Tage zuvor (den 27. Dec.) einen ganz ungewöhnlich niedrigen Stand erreicht hatte, (Pfarrer Wegelius?); bis zum Erdbeben selbst war es schon wieder gestiegen.

Eben so war bei dem Erdbeben in England von 1795 das Barometer seit dem 17. Nov. von 30,23 Zoll in 24 Stunden auf 28,63 Zoll gesunken (also um 1,60 Zoll), und fing vor dem Erdbeben bereits wieder zu steigen an, wenn gleich sehr wenig, denn während desselben stand es auf 28,8 Zoll.

Eines der am genauesten bekannten Beispiele dieser Art aber ist bei dem oft erwähnten Erdbeben in den Niederlanden und am Rhein, vom 32. Februar 1828, bemerkt worden. Die Aufmerksamkeit, welche demselben von so vielen unterrichteten Männern gewidmet

*) *Humboldt's Relat. hist. II. p.* 248.

**) *Journal de phys. LIV. p.* 107.

***) Schwedische Abhandlungen auf das Jahr 1759, Bd. XXI.

wurde, führte Egen *) zu einer Vergleichung der Barometer-Journale von Soest und Paris, welche die ganze Ausdehnung, in der das Erdbeben fühlbar gewesen war, zwischen sich hatten. Es ergab sich daraus, dafs das Barometer an beiden Orten schon 6 Tage vor dem Erdbeben zu sinken begonnen hatte; es sank endlich bis auf den tiefsten Stand, welchen das Barometer in diesem Monate überhaupt erreichte, und dieser traf in Paris 2 Tage vor dem Erdbeben, in Soest aber, welches der Wirkungssphäre dieser Erscheinung näher lag, erst am Abende zuvor ein, und noch am Morgen des Erdbebentages stand es 7 Linien unter dem Mittel des Monates. Während der Stöfse selbst aber war es schon wieder im Steigen begriffen, und stieg bis zum 25. über das Mittel. Aus den zwischen beiden Orten gesammelten Nachrichten geht das Resultat hervor, dafs in ihnen der Gang des Barometers wesentlich derselbe gewesen sey; von andern ungewöhnlichen Witterungs-Erscheinungen aber, welche etwa mit dem Erdbeben in Beziehung könnten gestanden haben, wird Nichts berichtet.

So sehr nun übrigens diese Data für ein Sinken des Barometers zu Zeiten der Erdbeben sprechen, besonders wenn wir die Bewegungen des Barometers im Zusammenhange übersehen können, so entschieden scheint es auf der andern Seite, dafs in sehr vielen und selbst bedeutenden Fällen am Barometer keine Veränderung seines Standes wahrgenommen worden ist.

Dieser Fall scheint schon bei dem grofsen Erdbeben von Lissabon statt gefunden zu haben, denn zu Cadix stand, nach dem Berichte von Ulloa **), während des oben beschriebenen Vorganges das Barometer auf 28 Zoll 4 Linien, oder auf der mittleren Höhe die-

*) Poggend. Annal. Bd. XIII. S. 158 sq.

**) Schwedische Abhandlungen, Bd. XVIII.

ses Monates bei schönem Wetter. Bei dem Erdbeben in Calabrien 1783 ist das Verhalten zweifelhaft, da, nach den uns von Vivenzio mitgetheilten Beobachtungen aus Neapel, das Barometer vom 1. Februar an, wo es seine gröfste Höhe im Monat erreichte, zwar ununterbrochen bis zum 5. sank, in der Nacht vom 5. zum 6., wo die Katastrophe eintrat, aber etwas stieg, dann aber wieder fiel und das Minimum des ganzen Monats am 8. erreichte.

Was indefs aber hier noch etwa zweifelhaft bleiben möchte, das wissen wir aus andern Erdgegenden mit sehr grofser Bestimmtheit. Bei dem Erdbeben am 4. Nov. 1799 zu Cumana stand das Barometer *) zwar um ein ganz Unbedeutendes tiefer als gewöhnlich, indefs liefs es die periodischen täglichen Schwankungen, welche in jenen Erdgegenden so regelmäfsig statt finden, ungestört wahrnehmen. Eben so bemerkt Alex. v. Humboldt, dafs nach den vielen Erfahrungen, welche er in dieser Beziehung zu Cumana, Lima, Riobamba und Quito gemacht habe, er diese allgemeine Periodicität des Barometers niemals durch Erdbeben gestört fand **); dafs er übrigens nichtsdestoweniger einen anderweitig beobachteten Zusammenhang der erwähnten Art annehme, doch wie bei der Beunruhigung der Magnetnadel bei Nordlichtern, welche gewöhnlich ganz entschieden, zuweilen aber auch gar nicht bemerkt wird.

Auf eine sehr ausgezeichnete Weise ist die Nichteinwirkung bei den Erdbeben bemerkt worden, welche sich im Jahre 1808 in der Grafschaft Pinerolo in Piemont ereigneten; sie dauerten zum Theil unter verheerenden Wirkungen vom 2. April bis 17. Mai, und bei der Nähe Turins wurden von den Kommissarien der Akademie, unter welchen sich der als Meteorolog

*) *Relat. hist. IV. p.* 19.

**) *Relat. hist. II. p.* 284.

rühmlichst bekannte Vasalli Eandi befand, viele Beobachtungen angestellt. Sie erlebten dort mehrfache Erdstöfse, und versichern ausdrücklich, dafs sie nie eine Beziehung derselben zum Gange des Barometers bemerkt haben *). Bei dem starken Erdstofs zu Latour, am 11. April, hatte das Barometer einen verhältnifsmäfsig hohen Stand angenommen. Nur führen sie eine Beobachtung des General Menou an, welcher, am 17. April durch unterirdisches Rollen aufmerksam gemacht, das Barometer beobachtete, und es während des darauf folgenden Stofses schnell sinken und gleich darauf wieder steigen sah. Fast scheint es indefs, als sey diefs nur Folge des mechanischen Einflusses der Schwankung gewesen, denn begreiflich sind in diesen Verhältnissen nur Beobachtungen brauchbar (wie auch schon A. v. Humboldt bemerkte), welche wo möglich kurz vor und kurz nach den Erschütterungen gemacht wurden.

Eben so negativ endlich war auch das Resultat der Beobachtungen auf Meleda, vom 15. Nov. 1824 bis 28. Febr. 1826, von welchen uns die Berichterstatter melden, dafs die dortigen Detonationen und selbst die Erdstöfse keinen Einflufs auf das Barometer ausübten. Bei einigen der bedeutendsten Stöfse stand dasselbe ungewöhnlich hoch, (am 12. und 13. Februar 1825) auf 28 Zoll 4 Linien.

Nicht ganz ohne Interesse ist in dieser Beziehung eine Arbeit, welche ich über die seit den letzten 40 Jahren zu Palermo beobachteten Erdbeben ausführte, und bei welcher der sehr grofse Vortheil statt fand, dafs die Vergleichung der Barometerstände nach einem mit grofser Sorgfalt geführten meteorologischen Journale gemacht werden konnte, aus dessen Ergebnissen die zu Palermo vorkommenden regelmäfsigen und unregelmäfsigen Schwankungen ungemein schön zu übersehen waren. Der beobach-

*) *Journal de Phys. LXVII. p.* 292.

teten Erdbebenfälle waren, wie schon erwähnt, in dem angegebenen Zeitraume 57, und bei Berücksichtigung ihres Verhaltens zum Gange des Barometers konnten begreiflich 5 wesentlich verschiedene Zustände desselben in Betracht kommen: nämlich das Barometer war während der Erdstöfse im Steigen begriffen oder im Fallen, es war dabei entweder angelangt auf einem Maximum oder auf einem Minimum, oder endlich der Gang desselben war unbestimmt schwankend, ohne nachweisbare Regelmäfsigkeit, weder in's Steigen noch in's Fallen. Die Resultate, welche durch diese Vergleichung erhalten wurden, zeigten

das Barometer sinkend in 20 Fällen,
— — steigend in 16 —
— — auf einem Minimum in 7 —
— — auf einem Maximum in 3 —
— — unbestimmt. in 11 —

Es ergiebt sich hier also allerdings wieder überwiegend der sinkende Zustand des Barometers im Verhältnifs von 27 zu 19, doch ist dieses Verhältnifs nicht so entschieden, dafs es nicht ebensowohl für zufällig als für wesentlich gehalten werden könnte. Da die Reihe der Beobachtungen es erlaubte, schien es noch von besonderem Interesse zu seyn, ob die Barometerstände bei Erdbeben absolut hoch oder niedrig, oder in verschiedenen Fällen vielleicht beides, nach den Umständen, gewesen seyen. Zu dem Ende war es nöthig, sie mit den mittleren Ständen des Jahres oder der Monate, in welchen die Erdbeben vorkamen, zu vergleichen, und da diese bereits durch die Berechnung von Cacciatore ermittelt waren, so fand sich leicht, dafs die Barometerstände in 31 Fällen bei Erdbeben über dem Mittel des Monats, in welchem sie auftraten, in 24 Fällen darunter gewesen waren, und in zweien gerade dieses Mittel erreichten. In Beziehung auf das Jahresmittel war es ganz ähnlich; in 32 Fällen stand es über dem Mittel, in 25

Fällen unter demselben, und also stand das Barometer bei dem Eintritte der Erdbeben entschieden häufiger über als unter dem Mittel, während wir es doch gerade umgekehrt hätten erwarten sollen. Zu bemerken ist es indessen, dafs bei dem einzigen ansehnlichen unter diesen 57 Erdbeben, bei dem vom 5. März 1823, welches zu Palermo vielen Schaden anrichtete, das Barometer sich anhaltend während des ganzen Monats unter dem Mittel gehalten hat.

Rücksichtlich der Frage, ob in diesen angegebenen Fällen das Barometer etwa sich mehr über das Mittel als unter dasselbe entfernte, findet sich in Vergleichung mit dem Mittel des Jahres:

die höchste Entfernung über das Mittel = 3,87 Linien,
die äufserste Entfernung unter das Mittel = 6,76 Linien.

Es zeigt sich also allerdings, dafs das Barometer in den äufsersten Fällen um das Doppelte des Werthes unter dem Medium sich befunden hat, den es in gleichem Falle über demselben erreicht hat. Bei dem eben erwähnten Erdbeben von 1823 fand eines der ansehnlichsten Minima statt. Was die Gröfse der eben erwähnten Maxima und Minima der Barometerstände bei Erdbeben im Verhältnisse zu dem allgemeinen Karakter der Barometerbewegungen betrifft, so zeigt sich allerdings, dafs sie noch lange die Grenzen nicht erreichten, welche in Mitteljahren ohne aufserordentliche äufsere Einflüsse vorkommen, ja, dafs sie gewöhnlich noch um mehr als die Hälfte des ganzen Werthes von diesen Grenzen entfernt blieben. Ganz dasselbe läfst sich auch von der Gröfse der Oscillationen sagen, welche das Barometer zu Erdbebenzeiten gezeigt hat; sie waren von der Art, dafs sie den in Mitteljahren ohne Erdbeben beobachteten gar nicht gleich kommen, ja in den meisten Fällen sogar nur sehr unbedeutend.

Das Resultat dieser Arbeit ist, dafs nächst der unleugbar etwas, wenn gleich sehr geringfügig, vorwalten-

den Neigung des Barometers zum sinkenden Zustande, weder in dem relativen Stande desselben bei Erdbeben, noch in der Gröfse seiner Schwankungen etwas Eigenthümliches oder Aufserordentliches statt finde. Es ist diefs wohl die umfassendste der bisher über diesen Gegenstand angestellten Untersuchungen, und die Zukunft mufs lehren, ob das bei ihr befolgte Verfahren wirklich ein richtiges gewesen sey.

Von welcher Art der Zusammenhang der Verhältnisse sey, welche das oft erwähnte Sinken des Barometers veranlassen, wissen wir nicht, wohl aber werden wir hiebei unwillkührlich daran erinnert, dafs wirklich zu Zeiten der Erdbeben materielle Veränderungen in der Beschaffenheit der Atmosphäre vorgehen, welche mehr oder minder von Bedeutung werden können. Diese werden hervorgerufen durch das Entweichen und Aufsteigen von Gasarten, Dämpfen, theils von niederer Temperatur, theils entzündet und mit Rauch und Flammen verbunden, welche entschieden nicht selten bei manchem gröfseren Erdbeben bemerkt wurden.

Diese Erscheinung ist besonders von Alex. v. Humboldt hervorgehoben; er erwähnt, dafs man eine halbe Stunde vor der Katastrophe vom 14. Dec. 1797 bei Cumana, einen heftigen Schwefelgeruch an dem Hügel des Klosters San Francesco bemerkte, an einer Stelle, wo zugleich auch das unterirdische Gepolter des Erdbebens am stärksten gehört ward *). Zugleich sah man während dieses Erdbebens Flammen an den Ufern des Manzanares hervorbrechen, und eben dergleichen auch auf dem Wasser im Meerbusen von Cariaco. In den Bergen von Cumanacoa, so wie in den grofsen Steppen von Neu-Andalusien sind solche Erscheinungen feuriger Gasströme, welche aus dem Boden hervorbrechen, sehr häufig; Garben von Feuer sieht man oft dort stundenlang sich

*) *Relat. hist. II. p.* 277.

erheben, sie erlöschen, und an der Stelle, wo sie statt gefunden haben, sieht man im Boden nicht die geringste Veränderung, ja in der Regel sind auch nicht einmal die Kräuter des Rasens und die Bäume mit angegriffen, wahrscheinlich weil diese Gasströme wegen der Heftigkeit ihres Ausströmens nicht bis zu ihrer Basis brennen.

Während des Erdbebens von Lissabon machte man eine ähnliche Bemerkung an der Mündung des Tajo bei Colarés; dort sah man während des ersten heftigen Stofses, welcher Lissabon niederstürzte, nach mehrfältigen Aussagen, an den Seiten der Felsen von Alvidras hell leuchtende Flammen hervorbrechen, gleich einem schnell angefachten Kohlenfeuer, und vom 1. bis 3. Nov. stieg vom Rande des Meeres dort eine dicke Rauchsäule auf, deren Stärke verhältnifsmäfsig zunahm mit der Stärke des unterirdischen Getöses. Man fürchtete einen Vulkan dort hervorbrechen zu sehen, doch als man nachher diese Orte untersuchte, war keine Spur einer Veränderung an ihnen zu finden.

Auch bei dem oft angeführten Erdbeben von Jamaica thaten sich zu Kingston unterirdische Oeffnungen auf, welche viele Menschen verschlangen, und sie dann zuweilen, vermischt mit Wasserstrahlen, bis zu beträchtlicher Höhe wieder hervorschleuderten. Gleichzeitig mit diesen Auswürfen ergossen sich aus ihnen dicke Dämpfe, welche einen unerträglichen Geruch verbreiteten und welche in kurzer Zeit die Atmosphäre so verdunkelten, dafs sie, die eben noch vollkommen heiter war, schnell das Ansehen eines glühenden Ofens erlangte *). Auch zu Clarendon, im Innern der Insel, sah man gleichzeitig ähnliche Wassermassen hervorsprudeln, und diefs ist überhaupt eine Erscheinung, welche bei unzähligen Erdbeben bemerkt wurde. Die austretenden, früher gefangen gehaltenen Gas- oder Dampfmassen müssen,

*) *Hist. des tremblemens de terre. II. p.* 435 und 438.

wie man hieraus ersieht, mit grofser Heftigkeit aufsteigen, da sie Alles, was sie Bewegliches auf ihrem Wege finden, als Wasser, Sand, Steine u. s. w., mit sich fortreifsen.

Ein sehr auffallendes Beispiel dieser Art wird von den grofsen Erdbeben angeführt, welche im Anfange des vorigen Jahrhunderts (1702 und 1703) in einem grofsen Theile von Italien statt fanden. Diese Erdbeben hatten ihren Sitz insbesondere in den Abruzzen, und die fast völlige Zerstörung der Stadt Aquila, welche heute noch gröfstentheils in Ruinen liegt, war davon eine der heftigsten Wirkungen. Zu derselben Zeit sah man in den Feldern um Aquila mehrere Oeffnungen aufreifsen, und sie warfen, durch die Kraft von aus ihnen hervorbrechenden Gasarten, Wasser und Steine in solcher Menge aus, dafs die umliegenden Aecker nicht mehr bestellt werden konnten *). Das Wasser spritzte, nach der Aussage von Augenzeugen, bis zu einer Höhe heraus, welche ansehnlicher war als die höchsten Bäume der Nachbarschaft, und aus den benachbarten Bergen sah man Flammen hervorstofsen und dicke Dampfmassen, welche drei Tage hindurch fast ohne Unterbrechung anhielten.

Zu Cumana ist es ein fast immer während der Erdbeben eintretendes Phänomen, dafs der Inhalt der Brunnen und Cisternen, Wasser, Sand, Schlamm u. s. w., gewaltsam herausgeworfen wird; man hört erst ein Geräusch aus denselben herauftönen, und dann schleudern die entwickelten Gasarten das Wasser zuweilen bis zu 20 Fufs Höhe hinaus **). Ganz dasselbe ward während des Erdbebens zu Lissabon auch zu Colares wahrgenommen, wo das Wasser und der Sand einiger Brunnen bis 25 Palmen (19 Fufs) herausgeworfen ward. Eben so

*) *Hist. de l'Académie, an* 1704, *p.* 10.

**) *Relat. hist. II. p.* 287.

war es auch in Calabrien, nach den Berichten von Dolomieu und Fleurian de Bellevue *), und noch von dem heftigen Erdbeben, welches 1818 zu Catania statt fand, erzählt Agatino Longo **), dafs an einem Orte nördlich der Stadt, unmittelbar vor dem ersten Stofse, mit grofsem Geräusche 14 Springbrunnen hervorbrachen. Sie sollen heifs gewesen seyn, und ihre Oeffnungen nachher noch mehrere Tage hindurch gedampft haben.

Das Hervortreten von warmen Dämpfen bei Erdbeben ist übrigens vielleicht nirgend in neuester Zeit in so ausgezeichnetem Maafse bemerkt worden, als bei den ausgedehnten Erschütterungen, welche in den Jahren 1811 — 1813 ***) fast volle zwei Jahre ununterbrochen in dem untern Theile von den Thälern der grofsen Ströme Nord-Amerika's, am Missisippi, Arkansas, Ohio, auftraten. Diese Erschütterungen waren in hohem Grade energisch, und zeigten sich insbesondere auf der Westseite der grofsen Alleghany-Kette in den Distrikten von Kentucky und Tennessee; sie waren stets von einem starken unterirdischen Donner begleitet, und in der Umgegend von Neu-Madrid, wie von vielen glaubwürdigen Personen bemerkt wurde, bildeten sie Spalten, aus welchen Rauch oder Wasserdampf hervorstieg. Man erwartete jeden Augenblick Flammen hervortreten zu sehen, und gewahrte von Zeit zu Zeit starke Stöfse von Rauchwolken besonderer Art. Man hielt deshalb diese Erdbeben allgemein für die Wirkungen eines Erdbrandes, ohnerachtet ihrer über viele hundert Quadratmeilen verbreiteten Ausdehnung, und ohnerachtet ihres später nachgewiesenen Zusammenhanges mit vulka-

*) *Journ. de Phys. LXII. p.* 263.

**) *Bibliothèque universelle*, 1818, *Nov.*

***) Gilbert's Annal. XLVI. S. 113.

nischen Erscheinungen in den **Antillen** und in den Gebirgen von **Venezuela**.

Eine andere hieher gehörige und wahrlich nicht minder merkwürdige Thatsache beobachtete man während eines Erdbebens im Hafen zu **Callao**, am 30. März 1828 *), welches deshalb viel Aufsehen machte. Unter andern Schiffen lag nämlich dort das britische Schiff *Volant* an zwei starken Eisenketten vor Anker. Um 7 ½ Uhr zog eine leichte Wolke über dasselbe hin, und gleich darauf ward ein Geräusch vernommen, wie es in diesem Lande die Erdbeben begleitet, fernem Donner vergleichbar. Man erlitt einen heftigen Stofs, welchen die am Bord befindlichen Personen der Empfindung verglichen, als wenn man auf einem nicht in Federn hängenden Wagen rasch über holpriges Pflaster fährt. Das Wasser, welches um die Schiffe etwa 25 Faden (150 Fufs) tief war, zischte als hätte man glühendes Eisen hineingetaucht, und seine Oberfläche bedeckte sich mit Blasen, welche beim Zerplatzen einen starken Schwefelwasserstoffgeruch aushauchten. Ringsumher schwammen eine Menge todter Fische. Das Fahrzeug gerieth in heftiges Schwanken, und gleichzeitig erfolgte nun auf dem Festlande der starke Stofs, welcher einen Theil der Stadt in Trümmer stürzte. Man lichtete sogleich die Anker, und fand, dafs eine der Ankerketten, welche auf weichem Schlammgrunde gelegen, in ziemlicher Erstrekkung ihrer Länge (25 Klafter vom Schiffe entfernt) eine Schmelzung erlitten hatte. Die Kettenglieder, welche gegen 2 Zoll im Durchmesser hatten, waren an dieser Stelle in die Länge gezogen, so dafs sie 3 — 4 Zoll lang und viel dünner geworden waren. Auf ihrer Oberfläche zeigten sich zahlreiche unregelmäfsige Vertiefungen, in welchen kleine Eisenklümpchen hingen, die sich

*) *Férussac Bulletin des sciences nat. T. XVII. p.* 354. Poggend. Annal. Bd. XXV. S. 76.

leicht lostrennen liefsen. Die Kette des andern Ankers hatte gar nicht gelitten, und eben so wenig eines der andern in der Nähe liegenden Fahrzeuge *). Es ist daher sehr wahrscheinlich, dafs ein Theil des Gases, welches auf dem Festlande das Erdbeben veranlafste, hier auf dem Meeresgrunde unter Entwicklung eines hohen Hitzegrades entwichen sey. Die Oeffnung, aus welcher es ausbrach, mufs sehr klein gewesen seyn, und zufällig auf ihr die angeschmolzene Anker-Kette gelegen haben.

Solche mit Heftigkeit entweichende Gasmassen, Dämpfe u. s. w. könnten allerdings, wenn sie in grofsen Ausdehnungen und mit anhaltender Stärke vorkommen, einen aufsteigenden Luftstrom erzeugen, welcher einen Einflufs auf das Sinken des Barometers ausüben würde, und diefs scheint wohl um so mehr mit der Annahme einiger Naturforscher übereinzustimmen, als der das Barometer bei Erdbeben deprimirende Einflufs von den Ursachen ganz unabhängig zu seyn scheint, welche die täglichen periodischen Schwankungen veranlassen. Indefs passen die beobachteten Erscheinungen keinesweges zur Erklärung jener Thatsache, deren Ursachen wir daher noch dahin gestellt seyn lassen müssen. Ueberdiefs wird bei sehr vielen Erdbeben, wie auch A. v. Humboldt **) annimmt, höchst wahrscheinlich nichts von der Erdoberfläche ausgehaucht.

Die muthmafslichen Entwicklungen irrespirabler Gasarten und Dämpfe um die Erdbeben-Perioden sind oft ganz allmälig und lang' anhaltend, und davon giebt uns denn noch vorzugsweise eine Erscheinung Kunde, welche so häufig mit gröfseren Erdbeben verbunden zu seyn pflegt. Es ist diefs die Beunruhigung, welche beim Herannahen der Erdbeben so häufig die kleineren Thiere empfinden, und unter ihnen besonders diejenigen, welche

*) *Ann. de Chimie T. XLII. p.* 416.

**) *Relat. histor. II. p.* 288.

in der Erde in Höhlen und Löchern wohnen. Es ist diefs daher eins der oft angeführten Vorzeichen der Erdbeben, in welchem alle Beobachter übereinkommen.

So bemerkt schon Le Gentil auf seiner Reise nach beiden Indien *), dafs gewöhnlich vor Erdbeben die Ratten und Mäuse, Maulwürfe, Eidechsen und Schlangen ihre Schlupfwinkel verlassen, und unruhig hin und her laufen; ganz dasselbe wissen wir auch von den in der Erde lebenden Insekten, als Ameisen, Grillen. Neue Bestätigungen dieser Thatsache aus dem Festlande von Süd-Amerika verdanken wir A. v. Humboldt. Er erwähnt in dieser Beziehung noch, dafs in den grofsen Llanos von Venezuela die Alligatoren bei Erdbeben ihre Pfützen verlassen und aufs Trockne gehen **). Dieser Einflufs erstreckt sich auch auf gröfsere Säugethiere, welche einen besonders scharfen Geruch haben oder sehr gebückt zur Erde gehen; unter diesen zeichnen sich vorzugsweise die Hunde, Ziegen und Schweine aus. Die Empfindlichkeit der letztern Thiere für diese Einflüsse soll so anerkannt seyn, dafs ängstliche Personen, während sie das Herannahen von Erdbeben fürchten, mit besonderer Aufmerksamkeit auf das Benehmen derselben achten. Bei den neueren Erdbeben in Peru sollen eine grofse Menge von Schweinen, welche frei herumlaufend in der Erde wühlten, erstickt seyn.

Uebrigens erstreckt sich in besonders ausgezeichneten Fällen die Beunruhigung vor dem Erdbeben auch auf Pferde, Stiere; und es wird selbst mehrfach erzählt, dafs Menschen vor dem Eintritte von Erdbeben an Uebelkeiten, Schwindel, Kopfweh und Gemüthsunruhe leiden, welche während der Erdstöfse dann begreiflich

*) *Nouveau voyage autour du monde. I. p.* 172. *Buffon hist. nat. I. p.* 521.

**) *Relat. hist. V. p.* 57.

oft in sehr hohem Maafse statt finden. Bei den Erdbeben zu Cadix und Gibraltar, welche dort in Folge der Erschütterungen von Lissabon eintraten, soll dieses Uebelbefinden der Menschen schon eine Stunde vor den Stöfsen angefangen haben. In Calabrien und Messina wurden bei dem grofsen Erdbeben die Hunde, nach vielen Aussagen, lange vorher schon ganz besonders unruhig.

Von einer ganz allgemeinen Unruhe der Thiere vor Erdbeben aber liefert Poli ein treffendes Bild bei der Beschreibung der Erschütterungen zu Neapel, am 26. Juli 1805; er sagt bei dieser Gelegenheit wörtlich:

„Ich will nicht unterlassen, hier noch des gewohnten Vorzeichens zu erwähnen, welches von den Thieren ausging. An allen Orten, wo die Wirkungen des Erdbebens sehr fühlbar waren, fingen einige Minuten vor dem Eintreten der Stöfse die Rinder und die Kühe an laut zu brüllen; die Schaafe und die Ziegen blökten, und beunruhigt durcheinander stürzend suchten sie die Netze und das Flechtwerk der Hürden zu durchbrechen; die Hunde heulten fürchterlich, die Gänse und die Hühner geriethen in Verwirrung und machten grofsen Lärm. Die Pferde tobten in ihren Ställen und rissen sich wüthend vom Zügel los, diejenigen derselben aber, welche gerade auf der Strafse waren und liefen, standen plötzlich still, und schnaubten in ganz ungewöhnlicher Weise. Die Katzen liefen erschreckt davon und suchten sich zu verbergen, oder sie sträubten wild das Haar. Man sah die Kaninchen und die Maulwürfe aus ihren Löchern hervorgehen, die Vögel wurden von ihren Ruhesitzen aufgescheucht und die Fische schwammen an's Ufer, wo sie in grofser Menge beim Granatello erhascht wurden. Selbst die Ameisen und die Reptilien verliefsen am hellen Tage in grofser Unordnung ihre Erdlöcher, und zwar oft schon viele Stunden vor dem Erdbeben; die Heuschrecken sah man in grofsen Schwärmen während der

Nacht durch Neapel gegen das Meer kriechen; geflügelte Ameisen flüchteten sich bei dunkler Nacht in die Zimmer der Häuser. Es gab Hunde, welche ihre Herren wenige Minuten vor dem Erdbeben gewaltsam aufweckten, gleichsam als wollten sie sie rufen und warnen vor der nahe bevorstehenden Gefahr, und welche auf diese Weise wirklich auch deren Rettung bewirkten *)."

Nächst den Veränderungen des Luftdruckes zur Zeit von Erdbeben nimmt der Zustand der Wärme der Atmosphäre unsere Aufmerksamkeit in Anspruch, und es scheint wohl ein gewisser Einfluſs der Erderschütterungen auf die Luftwärme in manchen Fällen ganz entschieden bemerkbar zu seyn. Im Allgemeinen wird eine Veränderung in dem Wärmezustande der Atmosphäre vor und nach Erdbeben in den Berichten über viele derselben als sehr auffallend geschildert; vorher gewöhnlich geht ängstlich drückende Hitze, in den Meeresgegenden verbunden mit Aufhören des gewohnten Luftwechsels, wahre Gewitterschwüle; wenn aber die furchtbaren Ereignisse, welche die Stöſse veranlassen, vorüber sind, folgt Erfrischung der Atmosphäre, Gefühl von Leichtigkeit und Abkühlung. Nun mag zwar in vielen Fällen diese Reihenfolge der Empfindungen von rein psychologischer Natur seyn, das Zusammentreffen mehrerer Umstände, welche Erdbeben befürchten lassen, mag Gemüthsunruhe und ängstliche Spannung, das Vorübergehen des Ereignisses Erfrischung und Gefühl neu erlangter Leichtigkeit veranlassen. Indeſs giebt es doch auch mehrfältig beobachtete Fälle, in welchen die abkühlenden Wirkungen der Erdstöſse auf die Luftwärme durch bestimmte Thermometer-Beobachtungen nachgewiesen wurden.

So wird von dem Erdbeben in England, am 18. Nov. 1795, angeführt, daſs unmittelbar nach demselben

*) *Memoria sul tremuoto di* 26. *Luglio* 1805. *p.* 48 *seq.*

die Luft plötzlich so abgekühlt wurde, dafs das ganze Land sich über Nacht mit Schnee bedeckte.

Auf Zante ward es nach dem Erdbeben vom 29. Dec. 1820 bedeutend kalt, indem die Temperatur im Februar auf 25° Fahr. sank, da sie im Januar noch 65° gewesen war *); heftige Hagelschauer kühlten die Atmosphäre sehr ab.

Entscheidend sind die Beobachtungen, welche die früher erwähnten Kommissarien der Akademie zu Turin in der Grafschaft Pinerolo anstellten. Sie bemerken ausdrücklich, dafs immer, wenn Erdstöfse vorübergingen, sie das Thermometer hätten sinken sehen, wenn auch der Tageszeit gemäfs gerade das Gegentheil zu erwarten gewesen sey; so war es am 10. April 1808 sehr auffallend, als sie bei ganz heiterm Himmel Morgens 10 Uhr 33 Min. einen heftigen Stofs empfanden, wobei das Thermometer auf 26° C. stand. Der Himmel blieb heiter, und wiewohl daher das Thermometer im Laufe des Tages noch hätte steigen müssen, so sank es doch bis um 2 Uhr auf 22°, und ähnliche Wahrnehmungen machten sie mehrere.

Burchall empfand in der Capstadt nach zwei heftigen Detonationen unterirdischen Ursprunges, welche die Gegend erschreckten, unmittelbar eintretend eine sehr auffallende Abkühlung der Atmosphäre.

Es scheint indefs, als wenn die Wirkungen der Erdbeben sich nicht immer auf eine so vorübergehende, unmittelbar eintretende Temperatur-Erniedrigung beschränkten, sondern als ob sie selbst in dieser Beziehung einen auf lange Zeit hindurch merkbaren Einflufs auf den Karakter der Witterung auszuüben im Stande wären, wenn auch nur bei den bedeutenderen Vorfällen dieser Art.

So

*) Gilb. Ann. Bd. LXIX. S. 334.

So bemerkt z. B. Cotte *), dafs nach den Zusammenstellungen von Richard das Erdbeben von Lissabon als die Epoche einer Aenderung der Temperatur in Europa angesehen werden müsse, welche besonders in den auf 1755 zunächst folgenden Jahren äufserst merklich gewesen sey; insbesondere seyen heftige Stürme und Gewitter in denselben viel häufiger gewesen als lange zuvor. Nach dem Erdbeben in Calabrien folgten den nebligen und gewitterreichen Sommern von 1783—1784 ganz ungewöhnlich strenge Winter, und Pfaff hat in einer eigenen Schrift **) darzustellen versucht, dafs diesem Ereignisse eine ganze Reihe von strengen Wintern gefolgt sey, wie sie vorher nicht nach einander vorkamen.

Auch in dieser Beziehung verdanken wir Alex. v. Humboldt eine Beobachtung über das Klima von Quito, welche in der That äufserst merkwürdig ist; er sagt nämlich in einem Briefe vom 3. Juni 1802 ***) wörtlich: „Quito ist eine schöne Stadt, aber der Himmel ist sehr traurig und neblig; die Berge umher zeigen uns wenig Grün, und es ist bedeutend kalt. Das gewaltige Erdbeben vom 4. Februar 1797, das die ganze Provinz erschütterte und in einem Augenblicke 35,000 — 40,000 Menschen tödtete, ist auch in dieser Hinsicht den Einwohnern nachtheilig gewesen, denn es hat die Temperatur so aufserordentlich geändert, dafs jetzt das Thermometer hier gewöhnlich zwischen 4° und 10° R. steht, und nur selten auf 16° oder 17° steigt, während Bouguer es hier immerfort auf 14° oder 15° R. stehen sah. Seit dieser Katastrophe haben die Erdbeben nicht aufgehört. Und welche Stöfse!" — Die Ursachen dieser so merkwürdigen Erscheinung müssen wir eben

*) *Journal de Phys. LXV. p.* 164.

**) Ueber die strengen Winter. 2te Abth. p. 126.

***) Gilb. Ann. Bd. XVI. p. 463.

so wie bei den vorhergehenden dahin gestellt sein lassen.

Eine andere hieher gehörige und nicht minder bemerkenswerthe Thatsache ist es, dafs die Erdbeben auch häufig Einflufs auf den elektrischen Zustand der Atmosphäre auszuüben pflegen; darüber berichten viele unzweifelhafte übereinstimmende Aussagen. Während des Erdbebens in Cumana beobachtete A. v. Humboldt ein voltaisches Elektrometer *), und er fand, dafs während der Erzitterungen des Bodens die Luft-Elektricität in sehr hohem Maafse erregt war. Die Korkkügelchen entfernten sich um 4 Linien, und alle Augenblicke wechselten positive und negative Elektricität, wie es bei uns nur zu Zeiten heftiger Gewitter zu seyn pflegt. Ganz ähnlich waren die Beobachtungen von Vasalli Eandi in der Grafschaft Pinerolo; denn er fand, dafs die Luft-Elektricität sich bei Erschütterungen stets auffallend und zuweilen selbst in so hohem Grade steigerte, dafs sie unmefsbar wurde, da die Goldblättchen des Elektrometers gegen die Glaswände anstiefsen. In Touro sah er 20 Minuten nach einem Erdstofse das Elektrometer um 30° divergiren **), und einige Stunden nachher war die Elektricität schwach positiv. Auch selbst bei ganz unbedeutenden Erdbeben scheinen deutlich wahrnehmbare Wirkungen der Art vorzukommen; so soll nach einem schwachen Erdstofse zu Breslau, am 11. Dec. 1799, eine früher sehr kräftige Elektrisirmaschine ihren Dienst versagt, und erst vier Tage nachher ihre vorige Wirksamkeit wieder erlangt haben ***).

Unmittelbar hiemit im Zusammenhange steht eine sehr oft wiederholte Wahrnehmung über den Gang der Witterung vor und nach Erdbeben, in Beziehung auf

*) *Relat. hist. IV. p.* 17.

**) *Journ. de Phys. LXVII. p.* 291.

***) Gilb. Annal. IV. S. 128.

elektrische Meteore, welche von sehr verschiedenen Gegenden her bestätigt wird. In Süd-Amerika war es eine allgemein verbreitete Meinung, dafs die Erdbeben mit der Häufigkeit der elektrischen Entladungen in der Atmosphäre in einem umgekehrten Verhältnisse ständen; man glaubte in Caracas und Cumana bemerkt zu haben, dafs es seit 1792 dort weit seltner als zuvor bei Regenwetter Gewitter und Stürme gebe, und seit dieser Zeit zugleich häufen sich die Erdbeben dort mehr als jemals *). Ganz ähnliche Beobachtungen will man auch gemacht haben, als in den Jahren 1812 und 1813 die Länder am Missisippi und Ohio so anhaltend von Erdbeben beunruhigt wurden; in der ganzen Provinz Luisiana soll es während des vorhergehenden Jahres gar keine Gewitterstürme gegeben haben **), und diese Erscheinung hielt man dort keinesweges für zufällig. Sehr merkwürdig ist wohl, dafs man ganz dasselbe in Italien wahrgenommen hat. Bei dem Erdbeben von 1805, sagt Poli ausdrücklich, sah man in der Provinz Molise, welche das Centrum desselben war, im ganzen Laufe des Jahres kein Gewitter, kein Wetterleuchten und keinen Hagel, Meteore welche hier zu gewissen Jahreszeiten ganz gewöhnlich zu seyn pflegen.

Es scheint mir, als müsse man hier noch ein Verhältnifs mit anreihen, von welchem uns so häufig bei Erdbeben berichtet wird, ohne dafs eine Erklärung des Zusammenhanges versucht wäre; es sind diefs die bei fast allen bedeutenderen Erdbeben bemerkten leuchtenden Meteore, welche als Sternschnuppen, Feuerkugeln, nordlichtähnliche Erscheinungen, ja wohl geradezu selbst als aus der Erde aufsteigende Blitze beschrieben werden, und theils Vorzeichen, theils Begleiter der Erdbeben seyn sollen. Höchst wahr-

*) *Relat. hist. V. p.* 13.

**) *Transact. of New York. I. p.* 285. *Drake p.* 210.

scheinlich sind diefs grofsentheils nur elektrische Erscheinungen, ja selbst die oben erwähnten Flammen, welche bei Erdbeben aus dem Boden, den Flüssen und dem Meere sollen aufgestiegen seyn, sind wohl wahrscheinlich nichts Anderes als elektrische Entladungen, oder auch vielleicht Kombinationen derselben mit austretenden Gasströmen, welche von ihnen entzündet werden. In der That scheint es auch sehr natürlich, dafs bei einem das Festland, den Luftkreis und das Meer so heftig aufregenden Vorgange, welcher, wie wir sehen, in der Atmosphäre erhöhte elektrische Spannung hervorruft, starke Entladungen zwischen der Atmosphäre und dem Erdboden werden statt finden müssen. Dafs in dem letztern namentlich ein hoher Grad von elektrischer Spannung erzeugt werden müsse, wird schon durch die ungeheure Reibung wahrscheinlich, welche alle einzelnen Theile der von Erdbeben afficirten festen Rinde erleiden.

Es scheint deshalb vorzugsweise interessant, dafs man an Orten, welche so eben von Erdbeben erschüttert wurden, ein allen Umständen nach elektrisches Leuchten gesehen hat, und diefs ist wohl von keinem Punkte so gut konstatirt als von Neapel, am 26. Juli 1805. Poli erzählt von sehr vielen feurigen Meteoren, welche zu jener Zeit verschiedentlich im ganzen Lande gesehen wurden, und welche ganz an die Feuerballen, hüpfenden Flammen erinnern, welche man bei heftigen Gewittern wahrnimmt, wenn die Oberfläche mit einer der der Gewitterwolke entgegengesetzten Elektricität überladen ist; besonders merkwürdig aber ist es, dafs mehrere unverdächtige Augenzeugen ein Leuchten von Neapel her gerade in dem Momente sahen, als dasselbe den ersten Stofs erlitt. So erwähnt er *), dafs gerade einige Schiffer von Messina sich bei der Insel Capri befanden,

*) *Memoria p.* 37.

und aus den Gipfeln einiger der gröſseren Gebäude von Neapel scheinbar Strahlen von lebhaftem Glanze hervorschieſsen sahen; dasselbe erblickten einige Leute, welche gerade von Portici nach Neapel zurückkehrten, andere von den Camaldoli herab. Aehnliches, nur in schwächerem Grade, wird uns auch von Messina, von Lissabon, von Kingston auf Jamaica, von Catania im Jahre 1693 berichtet. Unter den in neuesten Zeiten gemachten Wahrnehmungen dieser Art hat insbesondere ein bei Zante gesehenes Feuer-Meteor Aufmerksamkeit erregt, welches man dort 3—4 Minuten vor dem ersten, stärksten Erdstoſse (29. Dec. 1820) gesehen hat. Es schien nämlich eine Flamme, welche etwa 5—6 Minuten lang anhielt, etwa 2 Stunden von der Südostspitze der Insel entfernt *) auf dem Meere zu ruhen; höchst wahrscheinlich war dieſs eine Ausströmung elektrischer Materie an einem zur Entwicklung derselben besonders geeigneten Orte.

Es scheint mir angemessen, bei dieser Veranlassung auf ein schon mehrfach angedeutetes Verhältniſs wieder zurückzukommen, nämlich daſs bis vor kaum mehr als 20 Jahren viele ausgezeichnete Physiker sehr geneigt waren, die Ursachen der Erdbeben und Vulkane einzig und allein in der Erregung und Ausgleichung elektrischer Spannungen finden zu wollen. Dieser Gedanke ist, wenn man so will, eigentlich schon sehr alt, da namentlich Plinius die Erdbeben geradezu unterirdische Gewitter nennt **); er ist indeſs ganz besonders wieder mit groſser Lebhaftigkeit aufgegriffen worden, als man in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts so groſse Fortschritte in der Elektricitäts-Lehre gemacht hatte. Man glaubte damals alle Erscheinungen, welche hieher

*) Gilb. Annal. LXIX. S. 333.

**) *Neque aliud est in terra tremor quam in nube tonitru. Lib. II. cap. LXXIX.*

gehören, hinlänglich durch eine groſse Anhäufung der Elektricität in dem Erdboden, und durch deren Ausgleichung mit der Atmosphäre erklären zu können.

Der Erste, welcher in dieser Beziehung eine umfassende und sehr fleiſsig bearbeitete Darstellung bekannt machte, um die bis dahin verbreitete Ansicht von den Wirkungen des Central-Feuers zu verdrängen, war W. Stuckeley *) (1750). Ihm folgten später ganz besonders einige um die Kenntniſs der Elektricität sehr verdiente Italiener, als Beccaria, Tiberio Cavallo, und lange Zeit liebte man sehr einen von dem Ersteren ersonnenen, naiven Versuch, um an der Elektrisirmaschine die Wirkungen der Erdbeben zu erläutern. Ganz besonders eifrige Anhänger dieser Ansicht waren noch die Berichterstatter über die in Süd-Italien vorgefallenen Erdbeben, wie Vivenzio, bei welchem wir sehr Vieles über diesen Gegenstand zusammengestellt finden, und Poli, welcher geradezu erklärt, ein Erdbeben sey nichts Anderes als ein ungeheurer Blitz **). Auch in den von Erdbeben häufig heimgesuchten Gegenden Amerika's ist man dieser Ansicht in hohem Grade geneigt, und Alex. v. Humboldt bemerkt sehr treffend, daſs man es wohl nicht sonderbar finden könne, in dem Vaterlande von Franklin eine groſse Vorliebe für Erklärungsweisen zu finden, welche auf die Theorie der Elektricität gegründet sind ***).

In der That ist auch keinesweges zu leugnen, daſs die Erdbeben bei erster oberflächlicher Betrachtung mit elektrischen Erscheinungen mannigfache Analogieen darzubieten scheinen. Ihre so auſserordentlich schnelle Fortpflanzung über groſse Strecken der Erde, verbunden mit Erzitterungen des Bodens, der unterirdisch rollende Don-

*) *Philos. Transact. XLVI. No.* 497. *p.* 642. 663 und 743.

**) *Memoria p.* 204.

***) *Relat. hist. V. p.* 14.

ner, der Schwefelgeruch, welchen sie zuweilen verbreitet haben, das Zusammentreffen mit Stürmen und Gewittern, die vor ihnen bemerkte Schwüle und die nach ihnen erfolgte Abkühlung, erinnern gar sehr an die Wirkungen der Elektricität, und es ist zugleich sehr wahrscheinlich, dafs ein grofser Theil der Beunruhigung besonders der gröfseren Thiere vor Erdbeben von der in der Atmosphäre stattfindenden Aufhebung des elektrischen Gleichgewichtes herrührt. Denn die Haare und Federn der Thiere sind positiv elektrisch, und daher mit einer bis zu gewisser Stärke thätigen elektrischen Atmosphäre versehen etc.

Eine genauere Vergleichung indefs lehrt uns, dafs diese Ansicht zur Erklärung der Hauptphänomene durchaus nicht hinreicht, und diefs hat Kries *) sehr anschaulich nachgewiesen. Wir ersehen daraus, dafs es ganz unerklärlich ist, wie Elektricität sich in grofsen Massen in der Erdrinde überhaupt anhäufen könne, ohne durch die leitenden Wände der Höhlen, die zahlreichen feuchten Klüfte überall hin abgeleitet, geschwächt und zerstreut zu werden. Fände aber auch eine solche Anhäufung wirklich statt, so ist nun ferner nicht zu begreifen, wie ihre Ausgleichung nach so entfernten Theilen der Erdoberfläche hin, und überhaupt so beharrlich nach gewissen vorwaltenden Richtungen erfolgen könne; denn dafs gerade in diesen Richtungen vorzugsweise besser leitende Substanzen aneinandergereiht lägen, ist im höchsten Grade unwahrscheinlich, und zugleich würde dann dennoch ein so weites Fortleiten der Elektricität ohne Zerstreuung nicht wohl denkbar seyn. Zuletzt endlich erklärt diese Voraussetzung auf keine Weise das häufige Wiederkehren und die oft jahrelange Fortdauer der Erdbeben, welche, wie wir gesehen haben, bei allen gröfseren Fällen dieser Art vorkommen, und wir müssen

*) Ueber die Ursachen der Erdbeben, p. 35. (1827.)

daher wohl die elektrische Ansicht aufgeben, ohne im Grunde eine vollkommen genügende Erklärung an deren Stelle setzen zu können.

Uebrigens war man längere Zeit hindurch von der Richtigkeit dieser Erklärungsweise in so hohem Grade überzeugt, dafs man selbst darauf gegründete Sicherungsmittel vor Erdbeben, wahre Erdbebenableiter, vorgeschlagen hat, welche den Franklin'schen Blitzableitern nachgebildet waren, und nur eine umgekehrte Einrichtung hatten. Der Erste, welcher diesen Gedanken vortrug, war der Abbé Bertholon de St. Lazare *). Vivenzio beschäftigte sich mit demselben als mit einem Lieblingsgegenstande, und handelt sehr ausführlich von der Errichtung solcher Paratremuoti **). Es bedarf wohl der Erwähnung nicht, dafs das Ganze gegenwärtig aus einem ganz andern Gesichtspunkte betrachtet werden mufs, und diese Erklärungsweise mit der Art, wie Erdbeben wirken, in gar keine Verbindungsweise gesetzt werden kann.

Eine Erscheinung, welche endlich noch hier schicklich betrachtet zu werden verdient, scheint mir die Einwirkung der Erdbeben auf die Magnetnadel; denn da der Magnetismus der Erde, wie es der gegenwärtige Zustand unserer Kenntnisse wahrscheinlich macht, wohl auf nichts Anderem beruht als auf dem Daseyn elektrischer Ströme, welche die Erdkugel in der Richtung senkrecht auf die der Magnetnadel umkreisen, so ist an sich schon sehr wahrscheinlich, dafs eine so bedeutende Störung des elektrischen Gleichgewichtes, wie sie durch die ansehnlicheren Erdbeben bewirkt wird, auch störend auf die Magnetnadel selbst zurückwirken werden. Ganz dasselbe wird nicht minder wahrscheinlich, wenn wir Seebeck's thermomagnetische Ent-

*) *Journal de Phys. XIV. p. 3.*

**) *Istoria de' trem. etc. p. 116 seq.*

deckungen berücksichtigen; denn die Entdeckung, daſs heterogene und selbst homogene Metallmassen, und am Ende selbst Leiter jeder Art, wie feuchte Erden, Steine, durch ungleiche Erwärmung in magnetischen Zustand versetzt werden können, setzt fast nothwendig voraus, daſs diese Verhältnisse bei dem Auftreten vulkanischer Aktionen auch vorkommen, und daher von denselben eine Einwirkung auf die Magnetnadel ausgeübt werden müsse. Diese Voraussetzung wird dann ferner auch noch durch direkte Beobachtungen bestätigt.

Unter den älteren Wahrnehmungen dieser Art, deren Darstellung meist sehr unvollkommen und undeutlich ist, sind ganz besonders einige während des Erdbebens zu Lissabon gemachte bemerkenswerth, welche wir in den schätzbaren Sammlungen über dieses Ereigniſs von Kant *) angeführt finden. Es sollen nämlich zu Augsburg am 1. Nov. 1755 die Magnete ihre Gewichte abgeworfen haben, und die Nadeln in Unordnung gerathen seyn. Eben so wurde zu Hohen-Embs, an der östlichen Grenze der Schweiz, durch Wucherer zur Zeit dieses Erdbebens am 9. Dec., an einem Magnetstabe eine Bewegung im Sinne der Inklination beobachtet, indem während einer Erschütterung von 1 Minute Dauer der Faden, an welchem dieser Stab hing, um 40° aus der Vertikale nach Süden abgelenkt wurde. Nach Robison **) wurde eine groſse Störung in der Deklination der Magnetnadel, von Müller zu Mannheim, während des Erdbebens von Calabrien bemerkt.

Mit Uebergehung vieler anderer ähnlicher Beobachtungen ist es wichtig, eine von A. v. Humboldt anzuführen, welche beweist, daſs die magnetischen Verhält-

*) Vermischte Schriften Bd. I. S. 564, und physische Geographie Bd. II. Abth. 2. S. 420.

**) *System of mechanical Phylosophy*, *T. IV. p.* 371.

nisse eines Ortes durch Erdbeben auf eine dauernde Weise gestört werden können *). Am 1. Nov. 1799 wurde die Inklination der Magnetnadel zu Cumana, vermittelst eines Borda'schen Inklinatoriums beobachtet, zu 43°,65 gefunden. Am 4. trat das oft erwähnte Erdbeben ein; am 7. ward die Inklination wieder beobachtet, und sie betrug nur 42°,75, hatte sich also um 0°,9 verringert. Diese Verringerung war zugleich bleibend, denn im September 1800 betrug die Inklination an demselben Orte 42°,80; sie hatte also in der ganzen Zeit noch nicht die Gröfse wieder erhalten, welche sie vor dem Erdbeben besafs. Die Intensität des Erdmagnetismus war übrigens vor und nach dem Erdbeben sich gleich geblieben, denn die Nadel machte beide Male dieselbe Anzahl von Schwingungen in derselben Zeit, auch die Deklination schien unverändert. Etwas ganz Aehnliches führt uns derselbe Beobachter noch nach der Vergleichung seiner eigenen mit späteren Beobachtungen in dem an Erdbeben so überreichen Lima an. Er fand nämlich die Inklination im Oktober 1802 dort 9° 59,4′, nach dem Erdbeben vom 1., 3. und 5. November aber war sie auf 9° 12′ (also um 47,4′) gesunken; auch schienen Veränderungen in der Intensität des Erdmagnetismus eingetreten zu seyn, denn vor dem Erdbeben machte die Nadel 219, nach demselben 213 Schwingungen **).

Endlich besitzen wir einige merkwürdige, hiehergehörige Beobachtungen noch aus den jüngst vergangenen Jahren. Bei der Erderschütterung, welche am 19. Febr. 1822 zu Paris bemerkt wurde, und welches dieselbe ist, deren ich oben als in dem magnetischen Meridian fortgepflanzt erwähnte, beobachtete Arago ***) auf der

*) *Relat. histor. IV. p.* 25.

**) Poggend. Annal. Bd. XXV. S. 351. Schwingungen in 10 Minuten.

***) *Ann. de Chimie XIX. p.* 106.

Sternwarte viele Unregelmäfsigkeiten im Gange der Deklinations-Nadel, welche besonders in Oscillationen im Sinne der Länge der Nadel bestanden, und von Arago sogleich unbezweifelt dem Erdbeben zugeschrieben wurden.

Eben so unzweideutig war ferner eine ähnliche Beobachtung während des Erdbebens vom 23. Februar 1828 am Rheine und in den Niederlanden. In einer Kohlengrube bei Mühlheim an der Ruhr nämlich, in 480 Fufs unter Tage, war ein Markscheider mit Messungen beschäftigt, und als er sich eine Zeit lang des Kompasses hiezu bedient hatte, ohne etwas Auffallendes bemerkt zu haben, ward die Nadel plötzlich so unruhig, dafs er sie nicht mehr gebrauchen konnte. Sie schwankte selbst bis volle 180° vom N.- zum S.-Pole, auch fanden Schwingungen der Inklination nach statt. Zu derselben Zeit aber waren gerade über der Erde die Erschütterungen beobachtet worden, von welchen in den Gruben Niemand eine Ahnung gehabt hatte *), wiewohl gegen 2500 Personen darin arbeiteten.

Uebrigens verdient noch bemerkt zu werden, dafs auch in mehreren Fällen durchaus keine Wirkung der Erdbeben auf die Magnetnadel verspürt wurde, und dafs es also hiemit vollkommen dieselbe Bewandtnifs hat, wie mit den Nordlichtern. So führt namentlich Alex. v. Humboldt an, dafs ihm aufser den eben erwähnten Fällen, trotz der heftigen Stöfse, welche er in den Kordilleren, zu Quito empfand, nie eine Einwirkung der eben erwähnten Art wieder vorgekommen sey **). Vasalli Eandi giebt ausdrücklich an, dafs während der Erdbeben in der Grafschaft Pinerolo die Magnetnadel durchaus nichts gezeigt habe ***), was man

*) Poggend. Annal. XII. p. 328.

**) *Relat. hist. IV. p.* 29.

***) *Journal de Phys. LXVII. p.* 292.

den Wirkungen der Erdbeben hätte zuschreiben können. Auf Meleda bemerkte Partsch, dafs die dortigen Detonations-Phänomene keine Wirkung auf die Magnetnadel ausgeübt haben.

Eine sehr auffallende Bestätigung dieser Thatsache haben wir endlich noch in den letzten Jahren durch eine Beobachtung von A. Erman erhalten. Während seines Aufenthaltes zu Irkutzk nämlich empfand dieser Beobachter am 8. März 1828 einen für jene Gegend bedeutenden Erdstofs *). Er war gerade damals seit fünf Tagen beschäftigt, zur Bestimmung der täglichen Periode des Magnetismus ein sehr empfindliches Instrument, ein Gambey'sches Deklinatorium, welches in seiner Wohnung schicklich aufgestellt war, zu beobachten, und es zeigte dasselbe, wenige Minuten nach dem Erdbeben beobachtet, keine Anomalie. Es war diefs also entschieden ein Erdbeben ohne magnetische Einwirkung. Merkwürdig ist übrigens zugleich, dafs Erman bei dieser Gelegenheit angiebt, es sey diese Jahreszeit auch zu Irkutzk diejenige, in welcher man die Erdbeben am häufigsten voraussetzt; auch war der Witterungs-Karakter vor diesem Erdstofse so auffallend von dem gewöhnlichen, regelmäfsig herrschenden abweichend, dafs unterrichtete Personen bereits 4 Tage zuvor ihm ein Erdbeben weissagten und ihn wegen Aufstellung seiner Instrumente warnten, ein auffallender Beleg für die oben erwähnten Beziehungen zwischen den Erdbeben und dem Zustande der Atmosphäre.

Wenn nun schon übrigens die bisher angegebenen Beispiele dazu gedient haben, uns einen Begriff von dem tiefen Eingreifen der Erdbeben in die Oekonomie unseres Erdkörpers zu geben, wenn wir gesehen haben, wie das Festland, das Meer und die Atmosphäre entschieden Theil nehmen an den von ihnen veranlafsten Ereignissen:

*) Poggend. Annal. Bd. XVI. S. 153.

so wird doch unstreitig wohl nichts mehr dazu dienen, uns einen richtigen Begriff von der Grofsartigkeit der behandelten Erscheinungen zu geben, als wenn wir am Schlusse dieser Betrachtung noch eine Uebersicht der Verbreitung einiger Erdbeben hinzufügen, und dieser dann unmittelbar noch einige Erläuterungen über die Wirkungen folgen lassen, welche dieselben an einigen Theilen der Erdoberfläche ausgeübt haben.

Dafs es Erdbeben gegeben habe, welche sich über sehr grofse Strecken Landes verbreiteten, ist zum Theil schon gelegentlich aus dem Vorhergehenden hervorgegangen, nichtsdestoweniger ist es indefs interessant, diesen Gegenstand noch einer besondern Beleuchtung zu unterwerfen, um sich die Haupt-Umstände solcher Vorgänge zu versinnlichen. Schon aus alten Zeiten bewahrt uns die Geschichte durch Ammianus Marcellinus den Bericht von einem Erdbeben während der Regierung Valentinian's I. (364 *p. C.*), welches gleichzeitig alle Theile des damals bekannten Festlandes der alten Welt afficirte. Die Erdbeben, welche Syrien verwüsteten, haben sich mehrfach im W. bis an die Küstenländer Italiens und Spaniens, im O. dagegen bis an die Ufer des persischen Meerbusens und bis nach Indien bemerkbar gemacht, und eben so sind häufig die Erschütterungen an der Westküste von Süd-Amerika, in Chili und Peru, über einen Raum von 600 Stunden Längen-Ausdehnung fortlaufend, bemerkt worden *).

Von keinem der in neuerer Zeit vorgefallenen gröfseren Erdbeben ist man indefs wohl so genau in Bezug auf seine Verbreitung und Wirkungen unterrichtet worden, als von dem zu Lissabon, welches am 1. Nov. 1755 anfing. Die Verhandlungen der Societät zu London **) und eine eigene darüber erschienene Schrift von

*) *Relat. hist. II. p.* 299.

**) *Philos. Transact. XLIX.* und *LII.*

Kant, enthalten darüber die schätzbarsten Sammlungen, aus welchen wir das bemerkenswertheste Detail herausheben.

Nach einer vorläufigen Uebersicht von dem Erschütterungskreise dieses Erdbebens ergiebt es sich, dafs etwa 700,000 geogr. Quadratmeilen *) dadurch bewegt worden sind, welches nahe den 12ten Theil von der Oberfläche der ganzen Erdkugel (9,260,500 geogr. Quadrat-M.) ausmacht. Denn die Wirkungen erstreckten sich nicht nur über alle Theile des Kontinentes von Europa, sondern sie gingen auch nach Amerika über, und waren nicht minder heftig in einem grofsen Theile der Küstenländer von Afrika.

Zunächst, was Europa betrifft, so finden wir die Thatsache konstatirt, dafs die ganze iberische Halbinsel, am Tage und in der Stunde des ersten Erdstofses von Lissabon, mit erschüttert wurde. Wie diese Wirkung sich in den Küstengegenden, zu Cadix, Setuval geäufsert, haben wir bereits gezeigt; sie war stark auch zu Gibraltar und in der Umgegend von Malaga. Doch auch im Centrum des Landes ward Madrid hart davon mitgenommen; und man spürte hier den ersten Stofs um 10 Uhr 17 Minuten (zu Lissabon um 9 Uhr 50 Min.), welches, wie schon Kant bemerkte, zufolge des geogr. Längen-Unterschiedes beider Orte, genau dieselbe Zeit ist. In den Pyrenäen empfand man, nach Palassou, ebenfalls die Bewegungen. Im südlichen Frankreich öffnete sich bei Angoulême im Languedoc eine 6 Stunden lange Spalte **), auf deren Boden sich eine tiefe Wassermasse befand; in der Provence ward das Wasser mehrerer Quellen trübe, roth gefärbt, und sie zeigten grofse Unregelmäfsigkeiten in ihren Abflüssen.

*) Parrot, Physik der Erde, p. 289.

**) *Buffon Suppl. V. p.* 338.

Weiter nach Osten fortsetzend waren die Wirkungen dieser Erschütterungen in den Alpen ganz besonders fühlbar. Schon am 1. November um die Mittagszeit war besonders das Wallis afficirt worden, und vorzugsweise litt Brieg hier durch Einstürzen von Häusern, Risse in den Mauern viel Schaden, ja die Erschütterungen dauerten selbst dort, wie in Lissabon, lange noch fort, und wurden zwischen dem 9. und 21. Dec. fast täglich verspürt; nördlich von der Stadt hatte sich am Abhange der Kette des Berner Oberlandes ein Berg gespalten, aus welchem fortan eine neue Quelle hervortrat. Viel geringer äufserten sich diese Wirkungen bei Genf und Neufchatel, und noch weniger in andern Theilen der Alpen, doch wurden fast in dem ganzen Gebiete derselben auffallende Beunruhigungen der zwischen hohen Bergen eingeschlossenen Landseen verspürt; ganz besonders war diefs der Fall bei dem Neufchateller See, welcher übertrat, und bei dem die sich in ihn ergiefsenden Bäche trübe und schlammig wurden. Der benachbarte, viel kleinere Murtner See soll dabei sein Niveau um 3 Ellen gesenkt haben, und später in diesem Zustande verblieben seyn. Besonders stark ward dabei auch der Comer See afficirt, und von den den Alpen zunächst liegenden Orten auf der italienischen Seite, welche das Erdbeben mit empfanden, nennen wir besonders Turin und Mailand. Das erstere blieb sonderbar genug beim Stofse des ersten Tages unerschüttert, und ward erst am 9. beunruhigt, das letztere aber bebte bereits am 1. Nov. so stark, dafs man seinen Umsturz befürchtete. Gleichzeitig wurden dieselben Wirkungen in den ganzen Küstenländern Italiens mit empfunden, und insbesondere verdient es bemerkt zu werden, dafs der Vesuv, welcher am Morgen des ersten Tages sich in einiger Aufregung befunden hatte, plötzlich zur Stunde des Erdstofses ruhig ward, und dafs die von ihm in heftigem Wirbel aufsteigende Rauchsäule, wie v. Hoff berichtet, in den Krater zurückschlug.

Doch auch nordwärts der grofsen Alpenkette verbreiteten sich diese Erschütterungen sehr merklich; man spürte sie in Baiern, besonders zu Augsburg; in Thüringen zeigten sich auffallende Schwankungen, besonders in dem Wasserspiegel des Salzunger Sees, und etwas Aehnliches fand an einem See bei Templin statt, wohin sich sonst nie eine bekannte Erdbebenwirkung verirrt hatte. Die heifsen Quellen von Teplitz zeigten ferner am ersten Tage und fast zu derselben Stunde eine merkwürdige Beunruhigung, während der Karlsbader Sprudel keine Störungen erlitt. Uns berichtet nämlich Steplin, dafs die Quellen plötzlich, ohne ein vorhergegangenes Ereignifs, trübe wurden (zwischen 11 und 12 Uhr), und dann etwa eine Minute lang zu fliefsen aufhörten; dann aber brachen sie plötzlich wieder mit ganz ungewöhnlicher Heftigkeit hervor, und erschienen roth gefärbt, beladen mit einer grofsen Menge von Eisenocker. Sie flossen so stark, dafs in Zeit von einer halben Stunde alle Badebecken überliefen, und der Platz in der Vorstadt überschwemmt wurde. Die Quellen wurden wieder klar, doch behauptet man, dafs das Wasser seit dieser Zeit reichlicher als zuvor fliefse, dafs es heifser und reicher an festen Bestandtheilen geworden sey. Beides Umstände, welche leider nicht durch glaubwürdige Beobachtungen erwiesen sind.

Auch in Norwegen und Schweden wurden gleichzeitig einige der dortigen Landseen, wie der Wenern-See, auffallend beunruhigt.

Noch merkwürdiger waren aber unstreitig wohl die Schwankungen des Meeres in den Küstengegenden, welche bis nach diesen Ländern hin sich erstreckten. Sie zeigten sich wenige Minuten nach dem ersten Stofse zu Lissabon schon an der Küste von Holland bei Leyden, wo das Meer etwa 1 Fufs über den gewöhnlichen Stand stieg (um 10 $\frac{1}{2}$ Uhr); zu Rotterdam empfand man gleichzeitig eine Erschütterung in der Kirche.

Zu

Zu Glückstadt, an den Mündungen der Elbe, wo das Meer sich in eine konisch verengte Bucht drängt, war das Steigen desselben, 15 Minuten nach dem Ereignisse in Lissabon, noch bedeutender, und zu Hamburg sah man an jenem Tage mit Verwunderung das Wasser um 12 — 18 Zoll steigen und sinken, als Rückwirkung gleichsam von der Aufregung des Meeres an der Mündung des Tajo. Es empfanden eben dasselbe in geringerem Grade die Küsten von Dänemark und Norwegen, und selbst in der Ostsee wurden Schwankungen an den Ufern von Holstein, Mecklenburg und Pommern wahrgenommen, ja selbst noch deutlich in dem entfernten Winkel von Åbo in Finnland.

Mehr als die Küstenränder des Kontinentes wurden die des grofsbritannischen Insellandes von diesen Bewegungen beunruhigt. Am Strande von Cornwallis wurde grofses Unglück angerichtet, weil das Meer sich um 8 bis 10 Fufs über seinen gewöhnlichen Stand erhob, und Schiffe daher losgerissen und weggeschleudert wurden. Zu Cork in Irland scheint die Aufregung noch heftiger gewesen zu seyn; schwächer, aber dennoch bemerkbar, war sie zu Liverpool, an den Küsten von Northumberland und in den Häfen von Schottland. Doch war es nicht nur ein Zurückprallen der Gewässer, welche von Portugals Küsten herbewegt wurden, sondern auch der Boden des Festlandes machte diese Schwankungen mit. Es traten in Essex, nach den vorhandenen Beobachtungen, die Teiche aus; in den Gruben von Derbyshire wurden die Bergleute durch heftige Stöfse erschreckt, welche sie glauben machten, dafs ein Theil ihrer Baue eingestürzt sey, und die bedeutenderen Seen Schottlands, der Loch Lomond, Loch Nefs, Loch Long und Loch Ketturin, stiegen wiederholt zwischen 10 und 11 Uhr um 2 — 3 Fufs über ihre Ufer.

Aufser Europa und der dem mittelländischen

Meere zugekehrten Küste von Afrika erfuhren, wie wir oben erwähnten, auch die dem grofsen Ocean zugekehrten Küsten von Afrika eine sehr lebhafte Beunruhigung. Der damalige Gouverneur von Gibraltar, General Fowke, sammelte die hieher gehörigen Nachrichten. Es ergiebt sich daraus, dafs gleichzeitig mit den Erschütterungen zu Lissabon fast alle bekannten Orte im Reiche von Marokko, wie Tetuan, Tanger, Fez, Mequinez und Marokko, grofsentheils umgestürzt wurden. Nahe bei Marokko selbst ging ein Dorf mit etwa 8 — 10,000 Einwohnern unter; bei Mequinez spaltete sich ein Berg, aus welchem mehrere Tage lang geröthetes Wasser hervorflofs; auch hier war überall der 1. Nov. Vormittags der unruhigste Zeitpunkt. Auf den Inseln in der Nähe des Festlandes, den kanarischen und azorischen, geschah dasselbe; Madeira ward insbesondere an seinen Küsten beunruhigt, denn das Meer stieg zu Funchal vier bis fünf mal 15 Fufs über seinen gewöhnlichen Stand, und richtete grofse Verwüstungen an.

Doch auch bis zu den gegenüberliegenden Küsten Amerika's pflanzten sich die Beunruhigungen des Festlandes und des Meeres mit verhältnifsmäfsig sehr ansehnlicher Energie fort. Die kleinen Antillen, welche dem mexikanischen Meerbusen vorliegen, empfingen den ersten Stofs, und sie litten durch das aufserordentliche Steigen der Fluth an demselben Tage Nachmittags (also früher als Lissabon). Zu Barbados, wo die gewöhnliche Fluthhöhe 2 Fufs bis 2 Fufs 4 Zoll beträgt, stieg sie an diesem Tage um drei Uhr stellenweise 20 Fufs hoch, und sie erreichte auf Antigua und Martinique 15 Fufs Höhe. Das Wasser, welches sie mitbrachte, war schwarz wie Tinte gefärbt, und Alex. v. Humboldt schreibt diefs dem Aufrühren des Meeresgrundes zu, welcher dort reichlich mit Erdpech bedeckt ist. Uebrigens liegen diese Gegenden in gerader Linie fast 900 geogr. Meilen von

Lissabon entfernt. Auch in Nord-Amerika endlich spürte man die Wirkungen dieses Erdbebens; Boston erlitt am 1. Nov. gegen Mittag mehrere heftige Stöfse (12½ Uhr), New-York ward ebenfalls (am 18. Nov.) erschüttert, während die Bewegungen zu Lissabon noch fortdauerten; eben so war es in Pennsylvanien, und besonders stark waren die Schwankungen schon seit dem Oktober in den Umgebungen des Ontario-Sees in Canada gewesen.

Dieses aufserordentliche Beispiel der Verbreitung einer und derselben unterirdischen Aufregung mag in der dargestellten Ausführlichkeit hinreichen, um den oben angedeuteten Zweck zu erfüllen, und zugleich als Beweis dienen, wie ganz von lokalen Einflüssen, welche Bewegungen des Bodens hervorrufen können, unabhängig, und in wie ansehnlicher Tiefe unter dem Grunde der grofsen Meere die Ursachen der Erdbeben ihren Sitz haben müssen. In der That dürfen wir es demnach als sicher begründet annehmen, dafs, wie das Wasser über der Erdoberfläche, so auch der Heerd der Erdbeben unter derselben, zu den wesentlichen Theilen des Planeten gehöre. Denn es bedarf hier wohl nur der einfachen Erwähnung, dafs Beispiele ähnlicher Art, wie das jetzt betrachtete, sich in Menge von andern Gegenden der Erde nachweisen lassen, und dafs mithin, so wie es keine Gebirgsart giebt, welche nicht mit von den Wirkungen der Erdbeben ergriffen würde, so auch kein Theil der Erdoberfläche vorkommt, welchen wir nicht als in unterirdischer, mehr oder minder leicht zugänglicher Verbindung mit dem Heerde der Erdbeben annehmen dürfen.

Schon oben haben wir von den unterirdischen Detonationen in den Steppen von Venezuela gesprochen, welche sich gleichzeitig über einen Raum von 2200 geogr. Quadratmeilen vernehmen liefsen. Alex. v. Humboldt erwähnt ferner, dafs an den Küsten von Chili bis zum

26*

Golf von Guayaquil sich die Wirkungen der Erdbeben über eine Längenausdehnung von 600 St. von S. nach N., oder umgekehrt, in einem Augenblicke verbreiten.

Erst neuerlich haben wir noch aus den Mollukken ein glänzendes Beispiel von Gröfse und Schnelligkeit der Verbreitung von Erdbeben erfahren, welches wir füglich den eben erwähnten an die Seite setzen können. Es ist diefs das furchtbare Erdbeben, welches im Jahre 1815 sein Centrum unter der Insel Sumbava hatte, und vom April bis zum Junius dauernd, mit einem grofsartigen vulkanischen Ausbruche auf derselben verknüpft war. Nach den Berichten von Stamford Raffles, damaligem Gouverneur der Insel Java, verbreiteten sich die Wirkungen dieser Erscheinung über die gesammten Mollukken und die Nachbar-Inseln Java, einen Theil von Sumatra, Celebes und Borneo, in einem Kreise von vielleicht 200 geogr. Meilen Halbmesser. Mehr als 60 geogr. Meilen weit von dem Sitze des Erdbebens erfuhr man die Erschütterungen und das sie begleitende Donnergeräusch durchaus gleichzeitig, und so, dafs man es überall als ganz aus der Nähe herkommend ansah. Man verfiel daher auch in dieselben Irrthümer über seine Entstehung (durch Kanonenschüsse), wie in den früher erwähnten Beispielen von den Llanos di Calabozo und von Meleda. Der entfernteste Punkt auf Sumatra, an welchem die Erschütterungen noch wahrgenommen und das Knallen gehört wurde, lag etwa 194 geogr. Meilen von dem Ursprunge des Erdbebens. Von der Bevölkerung Sumbava's gingen dabei gegen 12,000 Menschen verloren, und doch würde, wie ausdrücklich erwähnt wird, dieses Ereignifs wahrscheinlich ganz unbeachtet vorübergegangen und uns unbekannt geblieben seyn, hätte nicht gerade ein so unterrichteter und wissenschaftlicher Mann wie Stamford Raffles sich in der Nähe befunden.

Wir kommen nun noch zu der Betrachtung der

Veränderungen, welche die Erdbeben in der Oberflächengestalt der Erde hervorzubringen im Stande sind. Sie werden aus den in der Einleitung entwickelten Gründen zur Beurtheilung der Kräfte, welche in früheren Perioden der Erdbildung thätig waren, um deren Veränderungen in der Urzeit zu bewirken, interessant seyn.

Es ist passend, hier ganz im Allgemeinen zu bemerken, daſs es verhältniſsmäſsig zu der Zahl der beobachteten Erdbeben nur sehr wenige giebt, welche in Beziehung auf die Gestalt der Oberfläche bleibende Veränderungen zurücklassen; die meisten derselben gehen spurlos vorüber, ja viele bleiben in Gegenden, in welchen die vulkanische Thätigkeit in groſser Tiefe schlummert, selbst ganz unbemerkt. Wenn sie bedeutender sind, beschränken sie sich gewöhnlich darauf, nur die Werke der Menschen zu zerstören, ohne die Gestalt des Bodens zu verändern, auf welchem sie standen; wenige nur drücken den Gegenden, in welchen sie herrschten, ein Gepräge ihrer einst vorübergegangenen Thätigkeit in unvertilgbaren Zügen auf.

Das Wesen der oft in ihren einzelnen Erscheinungen so mannigfaltigen Aenderungen, welche die Erdoberfläche von den Wirkungen der Erdbeben erleidet, besteht vorzugsweise in Hebungen und Senkungen einzelner Theile derselben über oder unter ihr früheres Niveau. Die im Vorhergehenden beschriebene wellenförmige Bewegung der Stöſse, welche den herrschenden Karakter der Erdbeben bildet, läſst in Fällen gröſserer Heftigkeit wohl den Boden nahe so zurück, wie er im Augenblicke ihres Vorübergehens gestaltet wurde. Da sich die feste Masse der Erdrinde indeſs nicht in wellenförmige Gestalt biegen kann, ohne zu reiſsen, sich zu verschieben und von den Erschütterungen zusammengerüttelt zu werden: so ist die Bildung von Spalten das häufigste Ereigniſs, welches bei Erdbeben bemerkt worden. Fast in keinem Berichte über einen bedeutenderen Vorfall

dieser Art fehlt die Bemerkung, dafs der Erdboden an vielen Stellen gerissen sey, und mehr oder minder ansehnliche Spalten bekommen, die sich mehrfältig geöffnet und wieder geschlossen haben, und deren Längen-Ausdehnung oft sich Meilen weit bei einer sehr geringen Breite erstreckt hat. Bei dem Erdbeben von Calabrien hatten sich nach den verschiedenen Stöfsen desselben solche Spalten zu Tausenden gebildet, und besonders ward die Umgegend von Polistena in so grofsem Maafsstabe davon heimgesucht, dafs sie allein dadurch ganz unwegsam geworden war. Auch bei dem Erdbeben von 1805 in der Grafschaft Molise werden Spaltenbildungen von aufserordentlicher Gröfse, Ausdehnung und Anzahl beschrieben, welche noch lange nachher offen blieben. Bei dem Erdbeben von Catania, 1818, rissen nach Agatino Longo mehrere den Erdboden durchsetzende Spalten gleichzeitig die auf ihnen stehenden Häuser auf, die Mauern derselben klafften so auseinander, dafs auf Augenblicke der Mond in das Zimmer schien, und dann schlossen sie sich so fest wieder, dafs man von ihrer Anwesenheit kaum eine Spur bemerken konnte. Dasselbe ereignete sich im Jahre 1831 bei einem Erdstofse zu Aci reale nahe bei Catania.

Merkwürdig ist es, dafs in der Richtung der so aufgerissenen Spalten sich oft etwas Konstantes für gewisse Distrikte zeigt; so lagen die bei dem Erdbeben in dem untern Theile des Missisippi-Thales sich bildenden und zum Theil noch 7 Jahre später geöffneten Spalten *) sämmtlich in der Parallel-Richtung von SW. nach NO., welches zugleich die der nächstliegenden Gebirgskette der Alleghany ist. An manchen Orten nehmen diese Spalten nicht nur eine und dieselbe Richtung, sondern sie reifsen sogar, aus Gründen, welche in der Zusammensetzung des Bodens liegen mögen, genau an derselben

*) *Silliman's Journal*, *Jan.* 1829.

Stelle stets wieder auf, und nehmen denselben Verlauf mit allen kleinen Unregelmäſsigkeiten, ein Fall, wovon ich ein sehr merkwürdiges Beispiel zu Caltanisetta in Sicilien gesehen habe.

Noch mehr als die Zerreiſsungen des Bodens, deren wir unzählige Beispiele anführen könnten, nehmen die Hebungen desselben unsere Aufmerksamkeit in Anspruch, welche allein das unzweifelhafte Resultat einer vulkanischen Kraft sind, einer Kraft, welche von innen heraus wirkt, allen Widerstand überwindend, den die gewiſs sehr mächtige Decke der Erdkruste, in scheinbarer Ruhe verweilend, derselben entgegensetzt. Viele Senkungen des Bodens sind auch durch sie bewirkt worden, doch können diese auch überall auſserdem an solchen Orten ohne Erdbebenwirkung vorkommen, wo Höhlungen im Innern der Erdrinde vorhanden sind, und viele Ereignisse der Art sind gewiſs oft mit Unrecht mit den Einwirkungen der Erdbeben verwechselt worden. Es wird uns daher zunächst besonders interessant seyn, Beispiele von Hebungen des Bodens aufzusuchen, welche von bleibender Dauer die Gestalt der Erdoberfläche veränderten.

Viele Fälle dieser so sehr merkwürdigen Erscheinung sind in älteren Zeiten vorgefallen, aber unbemerkt geblieben, theils weil man diese Erscheinungen sich oft auf eine ganz andere Weise zu erklären suchte, theils weil sie nicht für so wichtig gehalten wurden, um ihre Kenntniſs aufzubewahren. Doch giebt es auch Fälle dieser Art, welche in neueren Zeiten sich unter den Augen vorurtheilsfreier Beobachter ereignet haben. Das Erdbeben von Lissabon ist nicht ganz ohne Hebungen einzelner Gegenden vorübergegangen. Bei Colares, als die Felsen von Alvidras aufspalteten und ein Theil derselben in's Meer stürzte, wurde der Boden eines kleinen Küstensees erhoben, welcher bisher immer gegen 12 Fuſs tief Wasser zu halten pflegte, und von welchem nun so wenig die Spur einer früheren Vertiefung zurück-

blieb, dafs man an seiner Stelle eine wagerechte Ebene erblickte. In den Umgebungen war der Lauf der Bäche, welche sich in's Meer ergiefsen, so abgeändert worden, dafs man deutlich daraus abnehmen konnte, wie Veränderungen in den Niveau-Verhältnissen der Oberfläche vorgegangen seyn mufsten.

Ganz dasselbe wird in viel höherem Maafse von dem Erdbeben in Calabrien berichtet. Bei den oben erwähnten Spalten in dem Territorium von Polistena ist es eine oft erwähnte Thatsache, dafs sehr häufig ein Rand derselben beträchtlich höher stand, als der andere ihm entsprechende. In dem Städtchen Terranuova waren einige Häuser über ihr früheres Niveau erhoben und andere eingesunken, und besonders auffallend zeigte sich nach dem Berichte der Kommissarien der Akademie zu Neapel einer der dortigen alten Festungsthürme, welcher queer durchgespalten war, und von welchem sich die eine Hälfte hart an der andern etwa um 15 Fufs erhoben hatte, während die Fuge zwischen beiden fest geschlossen schien, wie ein Gang, welcher Gebirgsschichten durchsetzt. Dolomieu erwähnt, dafs bei Cossoleto ein Haus mit seinen Umgebungen durch einen Erdstofs einige hundert Fufs weit unbeschädigt aus seiner Lage geschoben und an einem bedeutend höheren Orte wieder abgesetzt wurde. Eine Wassermühle ward mit ihrem Ufer erhoben und stand jetzt hoch über dem Bache, welcher sie früher in Bewegung gesetzt hatte. Was indefs von Krümmungen und Zerreifsungen der Schichten durch Hebungen und Senkungen Ausgezeichnetes und für geologische Schlüsse Erfolgreiches bei diesem Erdbeben sich ereignete, das hat wohl Niemand deutlicher und anziehender dargestellt, als Fleuriau de Bellevue *), welcher diese Gegenden ein Jahr nach der Katastrophe bereiste.

*) *Journ. de Phys. T. LXII. p.* 259.

Auch in andern Welttheilen haben dergleichen Erscheinungen und in nicht geringerem Maafse statt gefunden.

Von Lanzerote, einer der kanarischen Inseln, führt Alex. v. Humboldt an, dafs in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, nach einem Ausbruche des Vulkans Temanfaya *), sich an den Küsten zwei pyramidale Basaltfelsen erhoben, und sich allmälig mit dem Hauptlande der Insel durch Erhebung des dazwischen liegenden Landstriches so verbanden, wie sie gegenwärtig noch dort gefunden werden.

An der Küste von Cumana hat man mehrfältige Veränderungen der Oberflächengestalt durch Erhebung bei Erdbeben vorgehen sehen; so erhob sich 1797 bei dem Erdbeben eine Klippe an der Mündung des Rio Bordones, und 1766, bei der ersten bekannten Zerstörung von Cumana, vergröfserte sich durch Erhebung aus dem Meere die Punta Delgada auf der Südküste des Golf von Cariaco; in dem benachbarten Rio Guarapiche bei dem Orte Maturin erhob sich eine Klippe, welche früher dort gar nicht bekannt gewesen war **).

Unstreitig das deutlichste und erfolgreichste Beispiel von Hebungen durch Erdbeben in Südamerika ist erst ganz neuerlich von der Küste von Chili bekannt geworden. Dort war in den Jahren 1822 und 1823 eine Reihe beträchtlicher Erdbeben, welche mit den heftigsten Stöfsen am 19. und 20. Nov. 1822 begannen, und bis zum September 1823 fortdauerten, und zwar oft so häufig, dafs zuweilen Tage lang die Stöfse mit Zwischenräumen von 5 Minuten sich wiederholten. Sie beunruhigten, wie es schien regelmäfsig von S. nach N. fortsetzend, den ganzen Küstenstrich von Lima bis Conception, auf eine Erstreckung von 20 vollen Breitegraden (300 geogr. Meilen), und wirkten ostwärts bis zu der der Küste pa-

*) *Relat. hist. I. p.* 188.

**) *Relat. hist. II. p.* 279.

rallel streichenden Kordilleren-Kette. Es wurden dabei die Städte Valparaiso, Melipilla, Quillota und Casa blanca zerstört, und San Jago stark beschädigt. Zufällig war eine durch Bildung ausgezeichnete Engländerin, Marie Graham, zu Quintero, nahe bei Valparaiso, anwesend, und ihr verdanken wir einen sehr merkwürdigen Bericht über das ganze Ereignifs *), welcher ein grofses geologisches Interesse in Anspruch nimmt. Sie bemerkte am Morgen nach heftigen Stöfsen (am 20. Nov.), in allen kleinen Thälern der Nachbarschaft, welche mit aufgeschwemmtem Boden erfüllt waren, die Erdoberfläche auf's Mannigfachste zerrissen, und dafs Sand und Wasser in grofser Menge aus den Rissen hervorgetreten war; in einem dieser Thäler, genannt Viña a la Mar, war die ganze Fläche mit etwa 4 Fufs hohen Kegeln bedeckt, die aus Wasser und Sand aufgeschüttet und deutlich aus kegelförmigen Löchern hervorgetreten waren, ganz ähnlich wie dieselben auch in Calabrien beobachtet wurden. Die Umgebungen des Sees von Quintero, welcher mit dem Meere kommunicirt, waren durchlöchert wie ein Schwamm. Nächst diesen Wahrnehmungen aber, welche auf das Ausströmen gasförmiger Flüssigkeiten aus dem Boden deuten, zeigten die Granitfelsen, welche dort die Küste bilden, noch merkwürdigere Verhältnisse. Es waren nämlich dieselben ursprünglich von vielen parallelen, kleinen Quarzgängen durchschnitten, und sie zeigten nach dem Erdbeben sehr viel scharfe, mit den alten parallele Spalten, die zum Theil bis 1½ Meilen ununterbrochen fortsetzten, und sehr deutlich von den ältern durch ihre Frische zu unterscheiden waren. Endlich aber, was wohl das Bedeutendste war, zeigte sich auch der Granit der ganzen Küste auf eine Strecke von etwa 20 geogr. Meilen, ganz regelmäfsig, um etwa 3 — 4 Fufs über sein früheres Ni-

*) Poggend. Ann. III. p. 344.

veau erhoben. Felsen, auf welchen Fischer die an ihnen festklebenden Kammmuscheln sammelten, waren jetzt selbst bei der Fluthzeit über dem Wasser vorragend zu sehen, und ganze Reihen von Austerbänken, welche hart am Saume des Meeres lagen, waren jetzt trocken auf den flachen Strand gelegt; viele Fische wurden getödtet; ein Schiffswrack, welches in einiger Entfernung von der Küste und so lag, dafs man sich ihm früher nicht nähern konnte, war nun auf dem Trockenen erreichbar. Mrs. Graham ward bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam, dafs diese Küste in früheren Zeiten bei Erdbeben schon in ähnlicher Weise mehrfach mufs gehoben worden seyn, und zwar um ähnliche Gröfsen *); denn man sah deutlich mehrere alte Uferlinien, schön bezeichnet durch längs den Granitwänden fortlaufende wagerechte Streifen von festklebenden Muscheln, Serpeln, Balanen und Meeresschlamm, deren einige bis zu 50 Fufs hoch über den gegenwärtigen Meeresspiegel erhoben waren.

Diese letztere Wahrnehmung, welche, auffallend genug, nicht früher gemacht war, ist unstreitig für die Einsicht in die Geschichte unserer Erdoberfläche von sehr grofser Wichtigkeit, denn sie steht keinesweges vereinzelt und ihr schliefsen sich sehr zahlreiche Beispiele von in vielen Küstenländern der Erde beobachteten alten Meeresrändern an, deren Erhebungen durch Erdbeben oder verwandte Wirkungen, nicht so wie hier unter unsern Augen, sondern in älteren uns unbekannten Zeiten erfolgt sind. So bemerkte man z. B. etwas völlig hieher Gehöriges an den Küsten der Insel Jura, einer unter den Hebriden. Dort sah Vetch **) an der dem hohen Meere zugekehrten Westseite in einer Längenerstreckung von $1\frac{1}{2}$ — 2 geogr. Meilen längs dem Felsen-

*) Dieselbe Gröfse der Hebung bestätigt auch Fr. Place im *Journ. of Sc. No. XXXIII. p.* 38.

**) *Geological Transact. sec. Series. Vol. I. p.* 416 — 17.

Ufer eine Reihe von ausgezeichneten Terrassen, 6—7 übereinander, deren niedrigste im Niveau des Meeres, die höchste etwa 40 Fuſs darüber lag. Auf den wagerecht zwischen denselben liegenden Oberflächen der Stufen, welche etwa 200 Fuſs Breite besitzen, lag der Boden voll von abgerollten Kieseln derselben Art, wie das Meer sie noch heute an's Land wirft, und an der gegenüberliegenden Ostseite der Insel fand sich keine Spur dieser Erscheinung; wohl aber zeigt sich Aehnliches an andern Nachbar-Inseln, z. B. Skye, und an mehreren Küstenpunkten von England hat man neuerdings Ansammlungen von gegenwärtig noch im Meere lebenden Muschelarten mit Meeressand in ihrer ursprünglichen Lage, und in Erhebungen von 100 Fuſs und darüber über den gegenwärtigen Meeresspiegel gefunden. Diese Thatsachen lassen sich entschieden wohl nicht anders erklären, als durch ein in vielen Fällen ruckweises Emporsteigen einzelner Theile des Festlandes über den Meeresspiegel, ohnerachtet man sich nur sehr schwer zu dieser Ansicht hat bequemen wollen. Diesem ganz Aehnliches hat der verdienstvolle Reisende Peron an einigen Inseln in der Nähe von Van Diemensland beobachtet. Ausgezeichnet deutlich scheint dieselbe Erscheinung an der Küste von Calabrien sich darzustellen; denn dort bemerkte u. a. Dolomieu, daſs die Granitküste unweit der Stadt Tropea, deren Granit an Schönheit dem orientalischen kaum nachsteht, auf einer Strecke von fast 3 geogr. Meilen, von Cap Zambrone bis Cap Vaticano, von vier übereinander liegenden kleinen Ebenen oder Terrassen gebildet werde, welche genau die Gestalt einer Treppe haben und durch steile Abhänge von einander getrennt werden. Diese steilen Parthieen sind immer nackter Granitfels, auf den Zwischenflächen aber finden sich Bedeckungen von weiſsem Sande, erfüllt mit den Resten von Meeresthieren, besonders von schönen Echiniten,

ganz ähnlich den Lagen, welche sich noch heute bei Tropea selbst am Strande bilden.

Es würde leicht seyn, noch eine grofse Zahl von ähnlichen Thatsachen zusammenzustellen, deren in Beziehung auf die Küstenländer Italiens Brocchi viele gesammelt hat; statt aller mag es indefs genügen, hier vorzugsweise nur eine hervorzuheben, welche lange Zeit hindurch ein sehr allgemeines und wohlverdientes Interesse erregt hat. Es ist diefs die merkwürdige Erscheinung, welche die Ruinen des Serapis-Tempels bei Pozzuoli darbieten. Etwa 100 Schritt oder nur wenig darüber von dem heutigen Ufer des Meeres entfernt, im Golf von Bajae, dicht neben der Stadt Pozzuoli, unweit Neapel, zeigen sich die Reste dieses, wegen seiner noch deutlich erhaltenen Konstruktion und wegen des Reichthumes von kostbarem Material den Architekten und Archäologen wohlbekannten Tempels in den gut erhaltenen unteren Theilen der Mauern eines länglichen Viereckes von etwa 60 Schritt Durchmesser. In dem hinteren Theile desselben stehen gegenwärtig noch drei schöne, etwa 40 Fufs hohe Marmorsäulen aufrecht an ihrer ursprünglichen Stelle auf ihren Postamenten, und sie waren es, welche früher mit ihren oberen Enden allein über der Oberfläche hervorragten, während die übrigen Theile des Gebäudes mit Schutt bedeckt waren. Man entblöfste dieselben endlich in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, und indem man den ganzen Tempel freistehend, wie er sich gegenwärtig befindet, aufdeckte, sah man mit Verwunderung, dafs in etwa 15 Fufs Erhöhung über dem heutigen Meeresspiegel die erwähnten grofsen Säulen von einer 3 Fufs breiten Zone von Löchern umgeben waren, wie sie an den Meeresküsten noch gegenwärtig von den Bohrmuscheln gebildet werden, die sich besonders da, wo die Küsten aus Kalkstein, Thon und andern weichen Gebirgsarten bestehen,

in grofser Menge zu finden pflegen. Da diese Muscheln stets nur in der Nähe der Oberfläche des Meeres leben und gewöhnlich an den Felsen einen nur wenige Fufs breiten Streifen unter dem Meeresspiegel zu bilden pflegen, so schlofs man natürlich, dafs das Meer einst an dieser Stelle, also um mindestens 18 Fufs über seinem gegenwärtigen Niveau müsse gestanden und hier hinlänglich lange verweilt haben, um den Bohrmuscheln Zeit zu ihrer Ansiedelung zu lassen. Diese Erklärung, so einfach und natürlich sie auch erscheinen mag, hat dennoch bei ihrer in's Einzelne gehenden Anwendung auf die Oertlichkeit sehr zahlreiche Schwierigkeiten; denn es ist einleuchtend, dafs dieses Gebäude nicht ursprünglich auf dem Grunde des Meeres, überdiefs in einer so ansehnlichen Tiefe kann erbaut worden seyn; es ist daher nicht nur die Annahme nöthig, dafs das Meer ursprünglich hier gestanden und sich später zurückgezogen habe, sondern es mufs in einer früheren Periode so hoch gestiegen und nachher sich wieder zurückgezogen haben. Diese Voraussetzung eines so auffallenden doppelten Vorganges, verbunden mit einer so ansehnlichen Niveau-Veränderung, hat in der That etwas äufserst Seltsames und Verwirrendes. Kein Wunder daher, dafs fast alle Naturforscher, welche diese so viel besuchte Gegend betraten, ihren Scharfsinn in einer Menge von Versuchen zur Erklärung dieses Räthsels geübt haben, welche sich im Wesentlichen, trotz aller Verschiedenheit im Einzelnen, auf folgende reduciren lassen.

Im Allgemeinen war man bei allen älteren Erklärungsversuchen dieser Erscheinung stets der Ansicht geneigt, dafs das Meer, nicht aber das Land einer Veränderung seines Niveau's, einem Wechsel von Steigen und Fallen unterworfen gewesen sey, und da die an dem Serapis-Tempel gemachten Beobachtungen zuerst mehr den Archäologen als den Naturforschern bekannt wurden, so glaubte man in ihnen eine Bestätigung alter Mei-

nungen von dem Durchbruche des schwarzen Meeres in das mittelländische, vor der Eröffnung der Strafse von Gibraltar, zu finden; dieser Durchbruch, glaubte man, habe Ueberschwemmungen in den Küstenländern veranlafst, welche auch den Serapis-Tempel unter Wasser setzten, so lange bis endlich der Durchbruch bei Gibraltar den so angestauten Gewässern des Mittelmeeres wieder neuen Abflufs verschaffte. Diese Erklärung, welche unter den Neueren insbesondere Sickler *) wieder vorgetragen hat, erweist sich indefs bei nur einigermafsen näherer Prüfung als durchaus unstatthaft. Zunächst hat v. Hoff mit sehr überzeugenden Gründen erwiesen, dafs die Meinung von dem Durchbruche der genannten Meere in einander nur auf ganz unsicheren und mit Recht in die vorhistorische Zeit zu versetzenden Sagen, nicht aber auf Naturanschauung zuverlässiger Zeitgenossen dieser Erscheinung gegründet sey. Wollte man indefs aber auch annehmen, diese Ereignisse seyen wirklich jünger, als die Zeugnisse der Alten glauben lassen, so macht denn doch der Karakter der Ruinen dieses Tempels diese und ähnliche Voraussetzungen völlig unnütz; denn die Architektur dieses Gebäudes, von dessen Daseyn die Geschichte schweigt, beweist, dafs die Errichtung desselben in die Blüthezeit römischer Baukunst und aller Wahrscheinlichkeit nach in die Zeit des Augustus oder in die Epoche zwischen Augustus und Hadrian falle; ja es sind einzelne Theile daran, welche zu beweisen scheinen, dafs es vor dem Einbruche des Meeres noch im 3ten bis 4ten Jahrhundert nach Christus gestanden haben müsse **); dafs aber in jener Zeit die Verbindungen des schwarzen, mittelländischen und atlantischen Meeres bereits so wie jetzt existirt haben, bedarf keines weiteren Beweises.

Eine andere und unstreitig viel scharfsinnigere Erklä-

*) v. Hoff Veränderungen der Erdoberfläche. I. p. 456.

**) Inschrift von Septimius Severus, 193 p. Chr.

rungsweise ist zuerst von dem piemonteser Naturforscher Padre Pini*) versucht worden, und eben derselben haben sich unter den Neueren vorzugsweise der verdienstvolle italienische Geognost Brocchi**), und namentlich auch mit wenigen Abänderungen in einer eigenen Abhandlung Goethe***) angeschlossen. Nach derselben wird vorausgesetzt, daſs das Meer eigentlich niemals selbst im Niveau des durchlöcherten Ringes um die Säulen im Tempel gestanden habe, sondern man hält es vielmehr für wahrscheinlich, daſs der durch den Verfall desselben aufgehäufte Schutt eine Art von vertieftem Becken gebildet habe. In dieses Becken, meinte man, seyen bei irgend einem auſserordentlichen Ereignisse, etwa bei einem heftigen Sturme, die Meereswellen eingedrungen, so sey in ihm eine Lagune, ein Strandsee, entstanden, und während langer Zeit durch den Zufluſs einer benachbarten Mineralquelle, welche sich noch heute dort befindet, oder durch Regenwasser von den Uferbergen erhalten worden. In diese Lagune seyen zufällig einige Bohrmuscheln hineingerathen, und da Brocchi noch durch Versuche bewiesen hatte, daſs diese Thiere auch in sehr verdünntem Salzwasser gedeihen können: so schienen hiemit alle Erfordernisse gegeben, um das erwähnte Problem auf eine der Natur entsprechende Art zu lösen. Goethe hielt nicht einmal die Annahme von der Verdünnung des Meerwassers nöthig, da sich in den benachbarten und den Schutt bildenden vulkanischen Gebirgsarten ein starker Kochsalzgehalt befinde; auch schrieb er die Verschüttung der Ruine nicht ihrem eigenen Verfall, sondern einem Aschen-

*) *Memoria della Soc. Ital. T. IX. p.* 199. — *Opuscoli scelti Vol.* XXII. *p.* 94. — *Viaggio geologico per diverse parti merid. dell' Italia. Milano* 1802. *Bibl. italiana* 1820. *T. XVII. p.* 136.

**) *Biblioteca italiana T. XIV.* (1819.) *No.* 41. *p.* 193.

***) Goethe zur Naturwissenschaft überhaupt. Bd. II. S. 79 — 85.

Aschenregen zu, welchen die benachbarte Solfatara muthmafslich im Jahre 1198 erzeugt habe.

Unmittelbar hieran schliefst sich noch eine andere Erklärungsweise, welche ausschliefslich v. Hoff in seinem trefflichen Werke *) vorgetragen hat, und welche im Wesentlichen in der Annahme besteht, dafs das Meer hier niemals die Säulen berührt und die Bohrmuscheln ernährt habe, wohl aber die Säulen aus einem Steinbruche könnten genommen worden seyn, welcher den Angriffen der Bohrmuscheln ausgesetzt war, und dafs man sie nun der Symmetrie wegen so aufgestellt hätte, dafs sich die durchlöcherten Ringe in einerlei Höhe befanden.

Ein öfter wiederholter Besuch dieser merkwürdigen Stelle hat mir die Mittel gegeben, aus eigner Anschauung ein Urtheil über die in Frage stehende Thatsache zu fällen, und ich habe diefs in einer Abhandlung **) darzulegen versucht, welche das zur Begründung nöthige Detail enthält. Es ergiebt sich daraus, dafs weder die eine, noch die andere der zuletzt angeführten beiden Voraussetzungen die richtige seyn könne; denn dafs das Meer wirklich einst innerhalb der Ruinen des Tempels sich in der angegebenen Höhe befunden habe, ist unbestreitbare Thatsache. Gegen die Ansicht v. Hoff's spricht, dafs nicht ausschliefslich die drei noch stehenden grofsen Marmorsäulen von den Pholaden durchbohrt sind, sondern neben ihnen auch eine vierte von demselben Marmor, welche zerbrochen und umgestürzt wagerecht ihrer ganzen Länge nach und auf der oberen und unteren Fläche durchlöchert erscheint. Es erstreckt sich ferner die Durchlöcherung auch auf zahlreiche andere Säulen geringerer Gröfse, welche den inneren Portikus des Tempels und die Umgebungen einer Art von Cella bildeten. Diese Säulen aber können mit den erstgenannten unmög-

*) Veränderungen der Erdoberfläche, Bd. I.

**) Karsten's Archiv, Bd. III. S. 374.

lich aus demselben Steinbruche genommen seyn, denn sie bestehen aus sehr verschiedenen Arten Marmor (als *Giallo antico*, *Bardiglio*, *Rosso brecciato*), welche niemals zusammen vorkommen. Die noch stehenden grofsen Säulen sind ferner auf der dem Meere zugekehrten Seite beträchtlich stärker angegriffen (angefressen), als auf der entgegengesetzten, und man sieht deutlich an ihnen die Wirkungen des Anschlagens der Meereswellen in kleinen Streifen und Auswaschungen. Noch findet man bei genauerer Untersuchung auf allen diesen Säulen, grofsen und kleinen, und selbst auf den von Pholaden nicht angegriffenen Granitsäulen, an den oberen Theilen der Mauern deutliche Ueberzüge, wie das Meer sie auf allen mit ihm in Berührung kommenden Körpern absetzt, gemengt mit darauf festgewachsenen Schaalen der Serpeln, zahlreiche Ueberzüge von kleinen Korallen und mehreren Seemuscheln und Schnecken (*Buccinum*, *Cerithium*, *Arca*, *Chama*), welche nicht eben in Brak oder verdünntem Meerwasser zu wohnen pflegen. Das Meerwasser selbst stand also einst hier. Es war aber keine Küsten-Lagune, kein Strandsee, der hier einen Theil des Meeres von dem übrigen abgedämmt enthielt; dem widerspricht namentlich das ganze Ansehen der Oberfläche, welche keine Spur einer Beckenbildung zeigt. Ebenso sieht man sehr deutlich, dafs die Mauern des Tempels stufenweise, je mehr sie sich von dem Meere entfernen, auch immer weniger und weniger tief angefressen sind, so dafs ihr oberer Saum eine gegen das Meer gekehrte, sanfte Böschungslinie bildet, welche mit der des übrigen benachbarten Ufers sehr auffallend übereinstimmt. Das im Umkreise dieser Mauern beobachtete Phänomen ist keinesweges nur auf dieselben beschränkt, sondern es zieht sich wohl eine Viertelstunde weit längs der Küste unter einem steil abgerissenen alten Uferrande ein sanft gegen das Meer geneigter Streifen niedrigen Landes fort, wel-

cher ganz gleichförmig aus locker aufgehäuften Schichten gebildet wird, welche viele Trümmer alter Gebäude, Ziegelsteinbrocken, Marmor-, Granit- und Porphyr-Bruchstücke, Gefäſsscherben enthalten, und über denen dann sich eine Schicht feinen Meeressandes mit einer groſsen Zahl von wohl erhaltenen Muscheln und Schnecken ausbreitet, von denselben Arten, welche noch heute in dem benachbarten Meere häufig vorkommen. Die Oberfläche dieses Landstriches ist fast überall bedeutend durch den Anbau verändert, aber dicht neben den Ruinen des Serapis-Tempels sieht man die muschelführende Sandschicht genau in derselben Höhe, in welcher der obere Saum des Pholaden-Ringes die Säulen einkerbt.

Hier muſs also entschieden seit den letzten 2000 Jahren das relative Niveau der Oberfläche des Festlandes und des Meeres sich zweimal auf eine sehr ansehnliche Weise geändert haben; ob es aber das Meer war, welches aufstieg und niedersank, oder ein Theil des Festlandes, welches sich in entgegengesetzter Richtung bewegte, das kann wohl kaum zweifelhaft bleiben. Es ist klar, daſs kein Theil der Oberfläche des Meeres dauernd seinen Stand zu ändern vermag, ohne daſs die ganze übrige Wassermasse desselben gleichförmig daran Theil nähme; wäre aber ein solcher Wechsel in dem angedeuteten Zeitraume auch nur in dem Becken des mittelländischen Meeres vorgefallen, so würden sich von demselben sicher an den Küstenländern so deutliche und übereinstimmende Beweise finden, daſs uns diese Thatsache längst als erwiesen bekannt seyn würde. Dem ist indeſs ganz entschieden nicht so, und es bleibt daher nichts anders übrig, als die hier vorgefallene Bewegung in dem Festlande zu suchen, welches durch eine den Erdbeben gehörende Wirkung hier in historischen Zeiten einmal in ansehnlicher Ausdehnung gesunken und dann wieder eben so beträchtlich gestiegen ist, und zwar ohne der Form und

27 *

der Zusammenfügung des Mauerwerkes und dem Aufrechtstehen der Säulen eine wesentliche Beeinträchtigung zuzufügen.

Wir haben absichtlich bei dieser Thatsache ausführlicher verweilt, da dieselbe eine der merkwürdigsten in ihrer Art ist, und der zufällige Umstand, dafs sie sich an einem der Geschichte zugehörigen Monumente findet, ihr einen ganz besondern Reiz giebt. Auffallen kann es übrigens, dafs die Geschichte uns über das Nähere eines so ungewöhnlichen Ereignisses fast ganz im Dunkeln läfst, so viel Mühe sich auch deshalb insbesondere die vaterländischen Geschichtsforscher gegeben haben, hiehergehörige Nachrichten aufzusuchen. Das Beste, was wir darüber besitzen, ist unstreitig eine von Don Andrea di Jorio verfafste Schrift *), aus welcher hervorzugehen scheint, dafs das Einsinken des Tempels erst sehr spät und sehr allmälig erfolgt sey. Nach dem Urtheile von Baukundigen nämlich mufs der Tempel noch im 4ten Jahrhunderte n. Chr. gestanden haben, indem seinem hinteren Theile ein Bauwerk zugefügt worden ist, welches den Karakter dieser Zeit hat; er mufs ferner noch vor dem Einsinken in's Meer in Schutt gefallen seyn, denn man fand in dem Erdreich, welches den unteren Theil seiner Mauern ausfüllte, nicht nur keine Meeresreste, sondern sogar dazwischen eine Grabstätte angelegt, welche der spätern Römerzeit angehörte. Merkwürdig ist es, dafs man queer durch den Tempel in diesem Erdreich, etwa in der Mitte desselben, eine Mauer gefunden hat, deren Konstruktion es deutlich beweist, dafs sie nach Art der Bollwerke zum Schutz gegen das Eindringen der Meereswellen bestimmt war, welche später weit über sie hinaus gingen. Es ist daher wohl höchst wahrscheinlich, dafs das Verschwinden dieser Ruinen im Meere in die Zeit jener dunkeln Jahrhunderte fällt, in welchen die Sara-

*) *Ricerche sul tempio di Serapide in Pozzuoli. Napoli* 1820.

cenen jene Küstenländer verwüsteten, und aus welchen von der Special-Geschichte jener Gegenden so sehr wenig bekannt ist. Was aber das Hervortreten dieser untergesunkenen Küste betrifft, so wird es sowohl durch di Jorio, als auch durch einige bereits von Hamilton gesammelte Thatsachen höchst wahrscheinlich, dafs dasselbe durch den Einflufs der Erdbeben geschehen sey, welche im Jahre 1538 das Hervortreten eines neuen kleinen Vulkanes begleitet haben. Wenigstens wird ausdrücklich von mehreren Seiten bemerkt, dafs damals ein grofser Theil der Küste bei Pozzuoli, und namentlich die Stelle bei den Ruinen des Serapis-Tempels, vom Meere entblöfst worden sey *), und dafs die Regierung diese neu gewonnenen Landstrecken an geistliche Korporationen verliehen habe, worüber die Urkunden noch vorhanden sind.

Was dieser Erklärungsweise einen hohen Grad innerer Wahrscheinlichkeit giebt, ist der Umstand, dafs überhaupt an den Küstenrändern der Bai von Pozzuoli die mannigfaltigsten Veränderungen in Beziehung auf die Niveauverhältnisse zwischen Land und Meer erweislich vorgefallen sind. Fast der ganze Umkreis derselben ist voll römischer Monumente, welche sich in Lagen befinden, in welchen sie entschieden ursprünglich nicht können erbaut worden seyn. Man sieht nämlich bei stillem Wetter die Substruktionen vieler Häuser in bedeutender Entfernung vom Lande und selbst 15 und 20 Fufs tief unter dem Meeresspiegel; unter ihnen befinden sich die Postamente ganzer Säulenreihen, Treppen, welche in die Tiefe führen, Thür- und Fenster-Bogen; ganz in eben derselben Lage befinden sich zwei noch sehr wohl erhaltene Römerstrafsen, eine, die von Bajae nach Mi-

*) *Hamilton Campi phlegraei*, p. 70. *Forbes* in *Edinb. Journal of Sciences, new series*, No. II. p. 281. *Lyell Principles of Geol.* I. p. 449 sq. *Daubeny description of Volcanos*, p. 161 sq.

sene führte, und eine andere von Pozzuoli nach dem Lucriner See. Es ist also gewifs, dafs der Boden hier in späten Zeiten mufs gesunken seyn, und dafs er sich theilweise wieder erhoben habe, dafür spricht der nahe Monte nuovo zusammen mit den Phänomenen am Serapis-Tempel.

C. Babbage entwickelte in einem Briefe an Fitton vom 12. März 1834 im Ganzen durchaus dieselben Ansichten, wie die hier dargelegten; auch er zweifelte nicht an hier vorgegangenen mehrfachen Schwankungen des Bodens, welche denselben wiederholentlich successive gesenkt und erhoben haben, ohne die davon betroffenen Gebäude aus ihrer senkrechten Stellung zu bringen. Er erwähnt ferner, wie Aehnliches sich verschiedentlich in den Umgebungen von Pozzuoli müsse ereignet haben, denn aufser den von mir nachgewiesenen gesunkenen Gebäuden finden sich auch mehrfache Beispiele von Hebungen; am Monte nuovo sieht man die Reste eines alten Meeres-Ufers 2 Fufs über dem gegenwärtigen Wasserspiegel, eine Reihe von Durchbohrungen durch Lithodomen sieht man 4 Fufs hoch am sechsten, 10 Fufs hoch am zwölften Pfeiler des Ponte di Caligula, einen Streifen von Lithodomen-Durchbohrungen sieht man ferner 32 Fufs über dem Meeresspiegel an einer Felswand nahe gegenüber der Insel Nisida. Um aber diese merkwürdigen Erscheinungen erklären zu können, fügt Babbage noch eine sehr anziehende Betrachtung hinzu. Er hat nämlich nach einigen vorhandenen Versuchen Berechnungen über die Ausdehnung der bekannten Gebirgsarten durch die Wärme angestellt, und er findet danach, dafs, wenn man den Gesteinen, auf welchen der Serapis-Tempel steht, gleiche Ausdehnung mit dem Sandsteine zuschreibt, und die Kruste derselben bis zum vulkanischen Heerd 5 engl. Meilen dick wäre, dann eine Erhöhung der Temperatur derselben um 100° Fahrenh. oder 44,4° R. eine Erhebung von 25 Fufs an der Oberfläche

erzeugen würde. Wenn man zugleich hiebei bedenkt, dafs hier ganz in der Nähe sich mehrfach vulkanische Processe entwickelt haben, wieder erloschen und dann wiedergekehrt sind: so wäre es nicht unwahrscheinlich, dafs zu gewissen Zeiten der Boden hier durch innere Erhitzung gehoben, und darauf wieder durch Erkaltung und Zusammenziehung gesenkt wurde, und dafs diese Erscheinung sich zu wiederholten Malen möchte ereignet haben.

Uebrigens ist wahrscheinlich in älteren Zeiten dem Serapis-Tempel schon einmal ein Sinken seines Bodens begegnet; man hat nämlich im Jahre 1827 bei Gelegenheit einiger Arbeiten, welche gemacht wurden, um die gegenwärtigen Ruinen vor der Ueberfluthung des Wassers zu sichern, in 8 Palmen ($6\frac{1}{2}$ Fufs) Tiefe unter dem gegenwärtigen einen schönen Mosaik-Boden gefunden, welcher unter dem ganzen Gebäude fortläuft; dieser mufs aber ursprünglich wenigstens in $6\frac{1}{2}$ Palmen ($5\frac{1}{3}$ Fufs) Höhe über dem damaligen mittleren Meeresspiegel erbaut worden seyn, denn man hätte ihn sonst nicht rein erhalten, der Feuchtigkeit unter ihm keinen Abflufs gestatten können. Es lag also in den ältest bekannten Zeiten der Meeresspiegel erweislich um beinahe 12 Fufs unter dem Marmorpflaster des heutigen Serapis-Tempels, und dieses letztere liegt heutzutage etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fufs unter dem Meeresspiegel bei Fluthzeit, denn das Meerwasser dringt täglich in das Innere des Tempels. Derselbe ist daher bei seinem Wiederauftauchen nicht um die ganze Gröfse wieder erhoben worden, um welche er früher gesunken war, ja es wird sogar von Sachverständigen behauptet, dafs dieser Theil des Landes gegenwärtig wieder im Sinken begriffen sey; denn im Anfange dieses Jahrhunderts soll der Tempel, noch 1808, selbst bei hohen Fluthen völlig trocken und immer vom Meerwasser verschont geblieben seyn; 1819 fand Brocchi das Eintreten desselben schon regelmäfsig, und später ist es sehr

lästig geworden, da man sich vergeblich davor zu sichern bemüht hat. Eine sehr schätzbare Schrift von Niccolini *) enthält die Details dieser Erscheinung, verbunden mit einer Reihe sehr genauer Maafs-Angaben, aus welchen sich ergiebt, dafs die äufsersten Grenzen der Schwankungen zwischen dem Meere und dem Festlande seit historischen Zeiten sich hier innerhalb der Gröfse von 27 Fufs 6 Zoll 2 Linien gehalten haben.

Es ist also auf eine sehr befriedigende Weise dargethan, dafs der feste Erdboden, dessen Stabilität wir am wenigsten zu bezweifeln gewohnt sind, in manchen Gegenden der Erde durch vulkanische Kräfte in einer Art von stets fortdauernder Oscillation könne erhalten werden, und die Beobachtungen, welche vorzugsweise in neuesten Zeiten gemacht worden sind, geben uns dafür noch andere zahlreiche Belege.

Es scheint mir passend, hiebei noch einer Thatsache zu erwähnen, bevor ich diesen so reichhaltigen Gegenstand ganz verlasse. Unter den Erfahrungen, welche Brocchi **) dafür anführt, dafs in den Küstenländern Italiens sich das Verhältnifs des Meeres und des Festlandes mannigfaltig verändert habe, finden wir eine sehr oft nachher wiederholte Behauptung, dafs am Monte Pellegrino bei Palermo sich Pholadenlöcher stellenweise bis zu seinem Gipfel, 1850 paris. Fufs über dem heutigen Meeresspiegel, nachweisen lassen. Dieser Behauptung mufs ich indefs ausdrücklich nach den Ergebnissen eigener Erfahrung widersprechen; denn die dort beobachteten Löcher im Kalksteine sind, wie sich bereits vor mir Daubeny überzeugt hat, keinesweges von Bohrmuscheln erzeugt, sondern das Produkt einer eigenthümlich zelligen Textur dieser Gebirgsart.

*) *Rapporto sulle acque che invadono il pavimento dell' antico edifizio detto il Tempio di Giove Serapide.* 1829.

**) *Bibl. ital.* 1821. *Sept.* Leonh. Taschenbuch, 1822. S. 904.

Dagegen kann ich bei dieser Gelegenheit es nicht übergehen zu bemerken, daſs die Umgegend von Palermo ungemein schöne Beweise von einst stattgefundenen Veränderungen in den gegenseitigen Verhältnissen des Meeres und des Festlandes darbietet, welche mehr als bis hieher studirt zu werden verdienen. Die Lage dieser Stadt nämlich ist in dem Grunde eines flach ausgeschweiften Meerbusens, der bis zu etwa stundenweiter Entfernung von der Küste von einem Halbkreise schroff aufsteigender Berge eingefaſst wird, deren Gipfel sich theilweise bis zu mehr als 3000 Fuſs Höhe erheben. Diese Berge werden von (altem) Sekundär-Kalksteine gebildet, und entblöſsen theilweise nackte, starre Felswände; zwischen der Basis derselben aber und dem heutigen Meere breitet sich eine sanft gegen das Innere aufsteigende, fruchtbare und reich bewässerte Ebene aus, welche sich durch ihren prachtvollen Anbau vor den angrenzenden Berggegenden sehr auffallend auszeichnet. Wo es verstattet ist, in das Innere derselben, über die oberste Decke fruchtbarer Dammerde hinaus einzudringen, da sieht man sehr deutlich, daſs diese Ebene nur aus wagerechten Schichten von locker zusammengekittetem Meeressande und Geschieben gebildet wird, welche eine sehr groſse Zahl von Schaalthieren einschlieſsen, welche genau gröſstentheils noch von derselben Art sind, wie die gegenwärtig in dem nahen Meere lebenden. Dieselben Schichten und ihre Einschlüsse setzen deutlich gleichförmig noch auf den gegenwärtigen Meeresgrund hinaus fort, ja sie mögen sich dort noch fortwährend neu bilden, und man sieht hier also auf's Deutlichste am Fuſse des Gebirges einen Strich Landes, welcher dem Meere entzogen scheint, dessen alte Uferränder man sehr vollständig in dem Aneinanderstoſsen der grünen Ebene und der kahlen Kalkberge schon von fernher mit den Augen verfolgen kann.

Diese alten Uferränder aber zeigen sich bei genauerer Beobachtung mehr oder minder erhoben über dem ge-

genwärtigen Meeresspiegel, und der Niveau-Unterschied beider steigt an den äufserten Punkten, nach meinen Wahrnehmungen, bis zu etwa 250 Fufs an. Ueberall wo die Wellen des alten Strandes einst die Basis der hohen Kalkberge bespült haben, finden sich mehr oder minder ausgezeichnete Spuren von ihrer vormaligen Anwesenheit, besonders deutlich in dem Innern einiger mehr oder minder tief in die Kalkberge hineingehenden Grotten, in welche die Meereswellen aus- und eintraten. Mehrere derselben sind gegenwärtig noch zugänglich, und können in ihren Verhältnissen genau untersucht werden. Keine darunter aber ist so ausgezeichnet, als die Grotta di Mardolce auf der Ostseite der Stadt in etwa $\frac{1}{2}$ Stunde Entfernung, unter den Abhängen des etwa 2600 Fufs hohen Monte Grifone. Der Eingang zu dieser Grotte liegt am Fufse einer steilen Felswand, in etwa 180 Fufs Erhebung über dem Meeresspiegel und etwa 50 Fufs der eigentlichen Ebene, in welcher eine grofse Quellensammlung das ganze Jahr hindurch üppige Fruchtbarkeit hervorruft. Im Aufsteigen aus der Ebene zu diesem Eingange sieht man schon eine grofse Menge von Spuren von der vormaligen Anwesenheit des Meeres, denn die zertrümmerten und übereinander gerollten Kalksteinbruchstücke, welche diesen Abhang bilden, sind auf dieselbe eigenthümliche Art angefressen, wie heute noch überall da geschieht, wo der hinaufspritzende Schaum von der Brandung hinanschlägt. In die Räume zwischen diesen Bruchstücken drängt sich eine Breccie von fremden Gesteinsbrocken, Quarz, Sandstein, Thon- und Kieselschiefer ein, welche das Meer hier nicht losrifs, sondern von fernher herbeiführte und hier locker zusammenkittete; in dem Cemente derselben stecken Bruchstücke von Austerschaalen, Kammmuscheln, auf der Oberfläche der Kalksteinblöcke sind Serpeln angewachsen.

Doch diese merkwürdigen Zeugen der hier einst vorgefallenen Veränderung zeigen sich auf eine sehr

viel regelmäſsigere Weise, sobald man in das Innere der Grotte tritt, welches wegen eines noch zu erwähnenden Umstandes in neueren Zeiten entblöſst worden ist. Das Erste nämlich, was die Aufmerksamkeit des Beobachters hier auf sich zieht, ist ein in den nackten Felswänden etwa 8 Fuſs über dem Boden eingenagter, roher wagerechter Streifen von wenigen Zoll Breite; er ist mit angewachsenen Meeresgeschöpfen besetzt, und es ist nicht zweifelhaft, daſs er den ursprünglichen Stand von der einst hier eindringenden Meeresoberfläche bezeichne. Was aber diese Ansicht noch ganz besonders bestärkt, ist, daſs unterhalb dieses Streifens, nie über ihm, sich in der Felswand tausende von dicht nebeneinander liegenden runden Löchern einstellen, welche entschieden von den Arbeiten der hier so sehr häufigen Bohrmuscheln herrühren; diese Wand macht den Eindruck, als ob sie von Flintenkugeln durchlöchert wäre. Ueber dem Streifen aber ferner zeigen sich 10—12 Fuſs hoch sehr auffallend die Felswände, welche im übrigen Theile der Grotte rauh und zackig sind, in flach wellenförmigen Biegungen ausgewaschen, und an einigen Stellen so glatt, als ob sie künstlich polirt seyen. Es ist nicht schwer in diesen Wirkungen die Thätigkeit der einst hier hin- und herrollenden, abschleifenden Meereswellen zu erkennen, welche im Innern dieser Höhle, wie gegenwärtig noch in so vielen andern, auf- und niederschwankten. Endlich in der Tiefe dieser Höhle, unter dem von Bohrmuscheln angenagten Streifen, liegt, ganz abgeschlossen von der Fortsetzung mit altem Meeresgrunde, eine mehrere Fuſs dicke Schicht von ächtem Meeressand, worin unzählige und noch sehr wohl erhaltene Schaalthiere, deren ich hier nahe an 80 Arten sammelte, welche sämmtlich, bis auf sehr unbedeutende Zweifel, mit den noch in dem benachbarten Meere lebenden übereinstimmen.

Die Erscheinungen dieser merkwürdigen Höhle bieten ein so vollständiges Analogon zu den Verhältnissen

des Serapis-Tempels dar, als wir nur wünschen können, und die ganz gleichartige Deutung derselben kann daher wohl kaum noch einem Zweifel unterliegen. Es ist klar, dafs die Palermo umgebende Bergreihe sich in einer verhältnifsmäfsig sehr neuen Periode noch um durchschnittlich etwa 200 Fufs über den Spiegel des gegenwärtigen Meeres erhoben habe, und wenn man sieht, wie die Oberfläche des alten Meeresgrundes sich der gegenwärtigen unmittelbar anschliefst, so möchte man fast glauben, dafs eine solche Hebung ganz allmälig immer noch fortdauern könne.

Diese Erscheinung ist ferner keinesweges nur auf den Meerbusen der Hauptstadt beschränkt, sondern es finden sich auch sehr zahlreiche Spuren derselben gegen Osten an der steil und felsenreich aufsteigenden Nordküste der Insel. An unzähligen Orten längs der Strafse, welche nach Termini führt, sieht man hier die zertrümmerten Kalkfelsen mit neuen Meeresprodukten vermengt, oft zeigen sich starke Lager von Meeressand mit Muscheln gemengt und locker verkittet am Küstengebirge aufwärts in Erhebungen von 100 — 200 Fufs über dem gegenwärtigen Meeresspiegel.

So ähnlich indefs diese Erscheinung auch dem ist, was sich noch unter den Augen der Menschen im Meerbusen von Bajae ereignet hat, so ist es doch nicht minder interessant, durch genauere Untersuchungen zu erfahren, dafs die hier stattgefundenen Veränderungen mit den dortigen nicht zu einerlei Klasse gehören, sondern dafs sie entschieden vorhistorisch sind. Wir finden nämlich bei Palermo in den obersten Schichten des alten Meeresgrundes der Ebene und ganz besonders in der Nähe des alten Uferrandes unregelmäfsig aufeinandergehäuft zahlreiche Säugethierknochen, welche, wie eine genauere Untersuchung ergeben hat, weit vorherrschend einer ausgestorbenen Art von Nilpferden, ferner dem fossilen Elephanten mit dem Karakter des asiatischen, und vorwelt-

lichen Stieren, Hirschen und Fleischfressern gehören. Dieselben zeigen sich an dem Eingange und in den vordern Theilen der Grotte von Mardolce in so grofser Menge, dafs sie dort einen nahe an 20 Fufs dicken Haufen bilden, welcher zuerst die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt lenkte, indem sie als Gegenstand des Handels zu hunderten von Centnern verkauft wurden. Diese Knochen sind ganz entschieden hier von dem Meere ausgeworfen und zusammengeführt worden, kurz bevor es sich von diesen Küsten entfernte, dafür zeugen ihre gesammten Verhältnisse: denn sie sind oft abgerundet wie vom Meere gerollte Geschiebe; sie liegen in einem Sande, welchen nur das Meer hiehergeführt hat, und zuweilen finden sich Muschelreste mit ihnen; sie sind jedoch zugleich vom Meere keinesweges so angegriffen, dafs man zweifeln könnte, sie seyen demselben aus den nächsten Umgebungen zugeführt worden. So sehen wir denn also, dafs das Ereignifs, welches die untergegangenen Arten der letzt vor uns gewesenen Schöpfung vertilgt hat, sich in einem, wie es scheint, unmittelbaren Zusammenhange befunden haben müsse mit den Veränderungen, welche in der Vertheilung des Meeres und des Festlandes vorgingen.

Wir können mit sehr grofser Wahrscheinlichkeit annehmen, dafs die Wirkungen von Erdbeben, verbunden mit starken Aufregungen der Atmosphäre, die auf dem Festlande befindlichen Thiere tödteten, dafs die damit verbundenen Ueberschwemmungen die Reste derselben auf einmal in grofser Menge in's Meer führten, und dafs dieses ihre umhergerollten Knochen wieder an den Strand warf, wie es mit allen schwimmenden Körpern zu thun pflegt, welche ihm zukommen. Unmittelbar darauf aber hat das Meer selbst hier nicht mehr verweilen können, das Festland erhob sich in Folge jener Erdbeben, die Meeresgeschöpfe überlebten diese letzte Veränderung, und so stellte sich der gegenwärtige Zustand der Dinge ein.

Wir sehen also auf diese Weise durch das unmittelbare Resultat von Beobachtungen die ältere Geschichte der Ausbildung unserer Erdrinde sich der neuesten unmittelbar anschliefsen. Die noch unter unsern Augen stattgefundenen Vorgänge der Erhebung und Senkung des Festlandes, des Eindringens oder Zurücktretens der Meere, sind völlig dieselben, welche in der uns zunächst liegenden Epoche der vorhistorischen Zeit vorfielen, und die Verbindung, in welcher diese letztern mit allen Spuren älterer Revolutionen stehen, ist so successiv und gleichförmig, dafs wir nicht zweifeln dürfen, uns hier an dem Endgliede einer Kette zu befinden, welche uns in die dunkeln Epochen der Vorzeit aufhellend zurückleitet. In Sicilien selbst kam dieselbe Reihe von Erscheinungen (wenn gleich freilich nicht immer so klar entwickelt), welche wir zu Palermo an der Meeresküste wahrnahmen, weiter im Innern des Landes noch in Erhebungen von 1000 ja bis zu 3000 Fufs über dem gegenwärtigen Meeresspiegel vor, und die Vergleichungen derselben mit den Beobachtungen, welche wir glücklicherweise über die noch fortdauernden Wirkungen der Erdbeben haben machen können, erlauben uns in denselben nun auch wohl bereits die Ursachen von der Erhebung ganzer Kontinente über den Meeresspiegel, und der Zerreifsungen und Verschiebungen im Schichten-Verbande älterer Gebirgsarten wiederzufinden, deren Spuren sich in allen Theilen der Erdrinde deutlich nachweisen lassen.

Indem wir nun bei Beendigung dieser Betrachtungen über die Wirkungen, welche die Erdbeben hervorrufen, der Betrachtung der vulkanischen Ausbrüche und der aus ihnen entstandenen Vulkane näher kommen, scheint es wünschenswerth, noch die Verbindungen zu betrachten, in welchen sich die Erdbeben zu diesen anderweitig bekannten Aeufserungen der vulkanischen Thätigkeit befinden, welche muthmafslich auf einem und

demselben Heerde mit ihnen ihren ursprünglichen Sitz haben.

Es ist sehr häufig im Laufe wechselnder Ansichten im Gebiete der geologischen Forschungen der Fall gewesen, dafs die Erdbeben von den im engern Sinne so genannten vulkanischen Erscheinungen getrennt wurden. Man betrachtete als diesen letztern angehörend nur die Eruptionen thätiger Vulkane, und als man diese, in den Zeiten der Werner'schen Ansicht, auf die Beschaffenheit beschränkter Erdbrände reducirt hatte, konnte man die so ausgedehnt wirkenden Erdbeben nicht mit ihnen zusammenbringen, oder als aus derselben Ursache hervorgehend ansehen. Nichtsdestoweniger gehören beide Erscheinungen so entschieden zusammen, dafs wir nie daran gezweifelt und die Erdbeben stets mit den Aeufserungen der vulkanischen Kräfte als identisch betrachtet haben. Es wird daher für den Zweck dieser Darstellungen von Bedeutung seyn, eine kurze Uebersicht von den Gründen zu geben, welche uns vermocht haben, diese Ansicht als die richtige anzusehen.

Zunächst ist es nothwendig, hiebei zu bemerken, dafs alle vulkanischen Ausbrüche, so weit wir bis jetzt von ihnen Kunde haben, immer von Erdbeben begleitet zu seyn pflegen, welche um so energischer und in gröfserer Verbreitung auftreten, je kräftiger der vulkanische Paroxysmus ist, welchem sie angehören. Erdbeben sind die gemeinsten, ja die wohl nie fehlenden unter den Vorzeichen, welche dem Austreten feurig-flüssiger Massen aus den Schlünden der Vulkane gesetzmäfsig vorangehen; sie stellen sich immer zuerst und oft schon dann ein, wenn auf dem Gipfel der in Zwischenräumen ruhenden Feuerberge noch keine Spur neu erwachender Thätigkeit sichtbar ist. Sie nehmen in der Regel fortwährend an Häufigkeit und Stärke zu, bis zum Beginnen der Ausbrüche selbst, und nur während die Vulkane im Auswerfen der

Lava und im Ausstofsen der Dämpfe und Gasmassen begriffen sind, deren Versuche einen Ausweg zu finden die Erschütterungen veranlassen, ruhen sie gänzlich.

Diese Thatsache ist so durchaus in allen vulkanischen Gegenden der Erde bekannt, dafs wir Beweise dafür von den entferntesten darunter gleichartig sehr leicht vorlegen könnten, wenn die Erscheinung nicht gar zu einfach wäre. Wir wollen daher hier nur erwähnen, dafs es in Neapel, in Messina und Catania eine allgemein vom Volke anerkannte Regel ist, dafs man von den Besorgnissen vor den Wirkungen der Erdbeben befreit sey, sobald sich der Vesuv oder der Aetna im Zustande des Auswerfens befindet; ja beide Erscheinungen stehen dort selbst in einem so in's Einzelne gehenden Antagonismus, dafs man selbst auf diesen Bergen jedem einzelnen Lava-Ergufs, ja am Ende jeder hervorschiefsenden Dampfblase eine Erschütterung in den nächsten Umgebungen des Kraters vorangehend empfindet, welche anhält, bis die Lava über die Ränder der Mündung tritt.

Völlig eben so ist es auch nach A. v. Humboldt's Berichten bei den Vulkanen Amerika's. Niemals, so bemerkt er *), fürchtet man sich am Fufse des Tunguragua und des Cotopaxi mehr vor den Erdbeben, als wenn lange keine Dampf-Entwickelung auf ihren Gipfeln stattgefunden hat, und die Reihenfolge von Unglücksfällen, welche das Hochthal von Quito durch furchtbare Erdbeben mehrfach erlitten hat, wird nach der allgemeinen Meinung der dortigen Bewohner aufhören, wenn einst die Kuppel des Chimboraço sich wieder öffnen und auswerfen sollte, wie es vor Zeiten der Fall war.

Allein nicht nur in dem mehr oder minder eng begrenzten Wirkungskreise einzelner Feuerberge zeigt sich die-

*) *Relat. histor. II. p.* 300.

dieser erwähnte Zusammenhang der Erdbeben und vulkanischen Ausbrüche, sondern auch bei den weit verbreiteten Erschütterungen, welche, wie wir gesehen haben, ganze Welttheile betreffen. Zunächst zwar scheint dieser Meinung der Umstand nicht günstig, daſs die Mittelpunkte vieler, ja der bedeutendsten Erdbeben oft sich in Gegenden befinden, wo weder gegenwärtig thätige Vulkane noch die Spuren einst erloschener Kratere vorkommen *); in diesem Falle sind Lissabon, die Provinz Calabrien, Caracas und das untere Missisippi-Thal.

Wenn wir jedoch bedenken, daſs Erdbeben nur die Versuche zu seyn scheinen, den Ausbrüchen den Weg zu bahnen, so darf uns diese Erfahrung keinesweges befremdend erscheinen, es wird vielmehr sehr natürlich seyn, daſs sie sich da gerade am heftigsten einstellen, wo die natürlichen und leicht zu eröffnenden Ausführungswege durch die Vulkane am weitesten entfernt sind. In dieser Beziehung scheint der so häufig von zerstörenden Erdbeben heimgesuchte Theil von Calabrien sich ganz besonders in karakteristischer Lage zu befinden; denn die am meisten leidenden Gegenden desselben sind sehr nahe gleich weit entfernt von den beiden Haupt-Ausführungskanälen, dem Vesuv und dem Aetna. Ebenso findet sehr auffallend der gleiche Fall mit der Küste von Caracas statt, welche zwischen den Heerden der Vulkanreihe der Antillen und jener des Hochlandes von Quito und muthmaſslich auf der Verbindungslinie beider liegt, wie der Lauf des Gebirges anzudeuten scheint. Der nördlichste Vulkan der Reihe von Quito ist der Vulkan am Rio Fragua; 2° 10′ N., nächstdem der von Purace bei Popayan, der erstere ist der einzige auf der Ostseite des Magdalenen-Stromes **).

*) *Relat. hist. I. p.* 387 Note, und *II. p.* 299 unten.

**) Poggend. Annal. Bd. X. S. 524.

Von Lissabon, dem Missisippi, einigen Gegenden der Alpen läfst sich zwar Aehnliches nicht nachweisen, doch fehlt es den hier vorgefallenen Erdbeben, wie den früheren, nicht an Beziehungen zu deutlich vulkanischen Vorgängen. Schon oben haben wir darauf aufmerksam gemacht, dafs während des Erdbebens von Lissabon der Vesuv eine sehr auffallende Erscheinung an seiner Rauchsäule zeigte, und gewifs ist diefs eine höchst merkwürdige Thatsache, welche ganz für unsere Ansicht spricht, denn wir ersehen daraus, dafs die Thätigkeit der Heerde beider Erscheinungen, der grofsen Entfernung zwischen den Punkten ihres Auftretens ohnerachtet, in sehr naher Verbindung stehen mufs. Ebenso soll auch der fortwährend in Eruption begriffene kleine Vulkan Stromboli, etwa 10 geogr. Meilen von der Küste entfernt, während des grofsen Erdbebens in Calabrien Ruhe genossen und zu rauchen aufgehört haben; und es zeigte sich also diese, nach den Zeugnissen aller Gebirgsforscher, völlig von vulkanischen Produkten an der Oberfläche entblöfste Gegend als die Decke von einem Theile des vulkanischen Heerdes der Liparischen Inseln.

Ch. Lyell hat auf diesen Umstand sehr passend die Betrachtung gegründet, dafs gerade deshalb die durch das Erdbeben in Calabrien hervorgebrachten Aenderungen so wichtig für den Gebirgsforscher seyen, weil hier keine Spur von vulkanischem Gesteine vorkommt, und dieses Land daher völlig den durch Erhebungen, Senkungen und Zerreifsungen so vielfach heimgesuchten Flözgebirgsländern, wie England, Norddeutschland, gleicht, in welchen man, eben dieses Umstandes wegen, sich lange Zeit nicht hat daran gewöhnen können, vulkanische Kräfte als einst dort thätig vorauszusetzen.

Noch auffallender ist ein Beispiel des Zusammenhanges von Erdbeben und Vulkanen, welches uns Alex. v. Humboldt aus Peru anführt. Dort hatte der Vul-

kan von Pasto, nördlich von Quito, im Anfange des Jahres 1797 eine dicke, schwarze Rauchsäule lange ununterbrochen ausgestofsen; man sah diese plötzlich am 4. Februar ganz verschwinden, und genau zu derselben Stunde erfolgte 60 Stunden weiter südlich das furchtbare Erdbeben von Riobamba, eine der schrecklichsten Katastrophen dieser Art *), welche das Hochland von Quito erlitten hat, und wobei zahllose Ortschaften umgestürzt und gegen 40,000 Indianer (in jenen wenig bewohnten Gegenden eine ungeheure Zahl) theils von ihren Wohnungen verschüttet, theils von Spalten der Erde verschlungen wurden, theils in den neu entstandenen Seen ihren Untergang fanden.

Doch es zeigte sich deutlich bei dieser Gelegenheit, dafs noch viel entfernter liegende Erderschütterungen und vulkanische Ausbrüche mit dem Heerde dieser antagonistischen Wirkungen in sehr naher und unläugbarer Verbindung stehen, und es mag die Erwähnung hiehergehöriger Umstände sowohl dazu dienen, den Zusammenhang der Erdbeben und vulkanischen Ausbrüche zu beweisen, als auch uns überhaupt vertrauter mit der tief eingreifenden Verbreitung der vulkanischen Wirksamkeit zu machen. Kaum war nämlich das Erdbeben von Riobamba vorüber, so wurden die Bewohner der östlichen Antillen durch heftige Erdstöfse beunruhigt. Diese hielten 8 Monate an, und sie ruhten nicht früher, als bis der lange erloschen gewesene Vulkan von Guadeloupe (am 27. Sept.) wieder aufbrach. Als er sich wieder beruhigt hatte, da begannen auf's Neue Erdstöfse auf dem Festlande von Südamerika, die am 14. Dec. mit der Zerstörung von Cumana endigten.

Aehnliche Wechsel der Thätigkeit zwischen Vulkanen und Erdbeben entfernter Gegenden finden, wie Alex. v. Humboldt sehr wahrscheinlich gemacht hat,

*) *Relat. hist. II. p.* 294. *Journ. de Phys. XLIX. p.* 263.

zwischen den vulkanischen Distrikten von Peru und Mexico statt; es lassen sich dort zwischen den Jahren 1577 und 1717 vier solcher Wechselperioden unterscheiden, nämlich

in Mexico:	in Peru:
den 30. Nov. 1577,	den 17. Juni 1578,
„ 4. März 1679,	„ 17. Juni 1678,
„ 12. Febr. 1689,	„ 10. Okt. 1688,
„ 27. Sept. 1717,	„ 8. Febr. 1716.

Grofsartiger noch und nicht minder wahrscheinlich in irgend einem ursächlichen Zusammenhange ist der Wechsel von Erdbeben und vulkanischen Ausbrüchen, welcher bei einer der heftigsten Erregungen der Erdoberfläche statt fand, die mit dem oft erwähnten Erdbeben von Caracas verflochten war. A. v. Humboldt hat diese Erscheinungen sehr schön mit einander in Beziehung gebracht, und wir lernen dadurch Kommunikationen noch viel entfernterer Theile der vulkanischen Werkstätte als bisher kennen.

Die Reihenfolge der aller Wahrscheinlichkeit nach hiehergehörigen Phänomene begann am 30. Januar 1811 mit der Erscheinung einer neuen Insel bei St. Michael in den Azoren, genannt Sabrina, welche unter heftigen Erderschütterungen und später unter Rauch- und Flammen-Entwickelungen aus einer Tiefe von 60 *brasses* (120 Fufs) emporstieg, und welche seitdem wieder verschwunden ist. Bald nachdem diefs geschehen war, begannen auf den kleinen Antillen, 800 Seemeilen gegen SW. von den Azoren entfernt, aufserordentlich heftige Erschütterungen, die vom Mai 1811 bis zum April 1812 anhielten, und besonders auf St. Vincent, in der Nähe eines der drei thätigen Vulkane dieser Inselgruppe, wütheten. Sie dehnten sich seit dem 16. December 1811 nordwärts über die nordamerikanischen Freistaaten aus, und gleichzeitig waren die oft erwähnten heftigen Erschütterungen in den untern Theilen der Thäler

des Missisippi, des Arkansa und des Ohio. Während derselben Zeit empfand man zuerst im December 1811 in Caracas einen Erdstofs, welcher andeutete, dafs nun die unterirdische Verbindung hieher sich zu eröffnen beginne, und während die Erschütterungen in Nordamerika noch fortdauerten, erfolgte die oft genannte furchtbare Katastrophe vom 26. März 1812, welche diese Hauptstadt zerstörte, und der bis zum 5. April wiederholte Erschütterungen folgten. Endlich, am 30. April 1812, brach der Vulkan von St. Vincent, welcher seit dem Jahre 1718 geruht hatte, mit einer ungeheuren Explosion auf, und wir haben bereits erwähnt, dafs dieselbe sich bis in 210 Seemeilen Entfernung, an den Rio Apure in den Steppen von Calabozo fortpflanzte. Hiemit scheint diese grofse Aufregung, diese Aneinanderkettung von vulkanischen Ausbrüchen und Erdbeben völlig geendet zu haben; der gröfste Theil ihrer Ereignisse ging an den Küstenrändern und im Innern des tief zwischen den Festländern von Nord- und Süd-Amerika eingerissenen Meerbusens von Mexiko vor.

Nach den Darstellungen von A. v. Hoff*) leidet es wohl keinen Zweifel, dafs auch das grofse Erdbeben von Lissabon sich in einem ähnlichen Zusammenhange befunden habe, und nur ein Glied in einer Kette von grofsartigen vulkanischen Erscheinungen gewesen sey, welche, wenn sie wirklich so zusammenhängenden Ursachen ihr Daseyn verdanken sollten, sich während der Dauer von mehr als 10 Jahren über einen Wirkungskreis erstreckt haben, der die Hälfte des Erdgürtels ausmacht. Schon seit dem Jahre 1750 waren mehrere Theile der alten Welt, insbesondere eine Zone von Ländern, die sich aus Persien, vom südlichen Rande des Kaspischen Meeres, über die Küstenländer des Mittel-

*) Veränderungen der Erdoberfläche Bd. II. p. 217.

meeres und bis zu den Azorischen Inseln verbreitete (eine Erstreckung, welche v. Hoff sehr passend mit dem Namen des Erschütterungskreises des Mittelmeeres belegt hat), abwechselnd von gewaltigen Erschütterungen und einzelnen Ausbrüchen heimgesucht worden. Der Vesuv hatte, nachdem er erst 1751 Lava ausgeworfen, auf's Neue am Ende des Jahres 1754 bis in den Januar des verhängnifsvollen Jahres 1755 eine Reihe bedeutenderer Ausbrüche gehabt. Als er sich endlich beruhigte, begannen im Februar bedeutende Erschütterungen der Inseln des griechischen Archipelagus (Metelino), welche selbst schon bis in's nördliche Europa verspürt wurden. Vergebens suchten die eingesperrten, elastischen Massen sich im März durch den Schlund des Aetna Luft zu machen; er hatte nur einen sehr unbedeutenden Ausbruch, wobei zwei kleine Lava-Ergiefsungen und Wasserströme erfolgten *), und dann schlofs er sich wieder. Auch der Vesuv schien diefsmal den Produkten vulkanischer Wirksamkeit den Ausgang versperrt zu haben, denn er rauchte nur schwach und blieb noch fünf Jahre lang ruhig. Da erfolgten nun die heftigsten Zuckungen der Erdrinde, welche Persien besonders im Monat Juli heimsuchten, und von dort her über den ganzen angegebenen Landstrich, ja selbst noch weiter hinaus, bis nach England (im August) und an die Westküsten von Afrika sich verbreiteten. Das Erdbeben von Lissabon selbst dauerte vom 1. Nov. bis an's Ende des Jahres, zum 27. Dec., fort, und wurde bald hier, bald dort in dem angegebenen Zeitraume mehr oder minder heftig mitempfunden. Auch in den Jahren 1756, 1757 und 1758 fuhren Erschütterungen noch fort bald in Deutschland (Erfurt, das sächsische Erzgebirge und Böhmen), in Nord-Frankreich, in

*) *Hamilton Observat. etc. p.* 82. *Journal de Phys. T. XVI. p.* 199 – 266.

England und selbst in den nördlichsten Theilen von Skandinavien (in Lappland 1758) aufzutreten. Das Jahr 1759 endlich begann mit einem der verheerendsten Erdbeben in Vorder-Asien, zwischen dem todten und mittelländischen Meere, dessen Stöfse 3 Monate lang anhielten, und welches viele der bedeutendsten Städte, Damaskus, Sidon, Balbeck zerstörte. Dieses Jahr endlich war auf dem Festlande Amerika's durch eine der furchtbarsten vulkanischen Explosionen bezeichnet, welche in Neu-Spanien, am 29. Sept., einen neuen Vulkan, den Jorullo, entstehen liefsen, und es ist vielleicht nicht zu gewagt, diefs Ereignifs an einem von den bisher genannten so entfernten Orte mit den andern Bewegungen derselben Periode in Verbindung zu setzen, wenn wir bedenken, dafs ja schon früher die Erschütterungen des Bodens von Lissabon mit Beunruhigungen der Inseln und des Kontinentes von Amerika in unmittelbarer Beziehung standen. Im December 1760 fand einer der verheerendsten Ausbrüche am Vesuv statt, wobei sich an den Abhängen des Berges 12 neue, Lava auswerfende Seiten-Kratere öffneten, und Lissabon erlitt von Neuem, am 31. März 1761, einen verheerenden Erdstofs, dessen Wirkungen wieder bis zu den Antillen und den Azoren, auch an den Küsten von England und Island, nur nicht so allgemein auf dem Kontinent von Europa mitempfunden wurden, als die von 1755. Dann aber erhielt sich die Ruhe nun 6 Jahre lang in allen Theilen des eben genannten, bisher bewegten Landstriches, und selbst in den Umgebungen des Mittelmeeres erfolgten noch lange nur hin und wieder so unbedeutende Zuckungen, dafs wir es wohl mit v. Hoff als eine wahrscheinliche Thatsache ansehen dürfen *), es hätten die unter der Erde entwickelten, gasförmigen und geschmolzenen Substanzen durch diese furchtbaren Ent-

*) Veränderungen der Erdob. Bd. II. p. 218.

ladungen ihren Ausweg gefunden, und daher mehrerer Jahre bedurft, bevor sie sich auf's Neue in grofser Menge angesammelt und im Stande waren, neue Beunruhigungen zu erregen.

Aehnlich zeigte sich die hier behandelte Wechselwirkung im Grofsen in den Jahren 1771 bis 1778 in Italien. Während dieser Zeit waren der Vesuv und der Aetna ganz ruhig, doch ganz Italien ward auch von Erdbeben gleichzeitig fast unaufhörlich beunruhigt; da erfolgte 1778—1779 ein sehr heftiger Ausbruch des Vesuv, und der Erdboden blieb ruhig bis zur furchtbaren Katastrophe von 1783; gleichzeitig schwiegen beide Vulkane, und die Bewohner Süd-Italiens wurden nicht früher von ihren Besorgnissen befreit, als bis im Jahre 1787 der so lange schon ruhende Aetna eine bedeutende Eruption machte.

Indefs nicht nur dieser auffallende Antagonismus oder die Gleichzeitigkeit sich aneinanderreihender Vorfälle von Erdbeben und vulkanischen Ausbrüchen in verschiedenen Theilen der Erdrinde, wovon sich noch eine grofse Zahl von Beispielen würde beibringen lassen, erweisen, dafs die Erdbeben zu der Reihe der vulkanischen Erscheinungen gerechnet werden müssen, sondern es giebt auch noch einige andere Thatsachen, welche die Erdbeben direkt, ohne die Nothwendigkeit der Voraussetzung eines oft dunkeln oder zweifelhaften Zusammenhanges, in die Reihe der deutlich vulkanischen Erscheinungen einführen. Es sind diefs die Beobachtungen von wahren Eruptionen an solchen Stellen, welche sonst keinen Vulkan besitzen, und nur allein durch Erdbeben vorher verkündet und oft mit ihren Wirkungen aufhörend. Zwar sind solche Erscheinungen im Allgemeinen nur Seltenheiten, und sehr mit Unrecht nährt man daher in vielen Gegenden häufig die Furcht, dafs da, wo Erdbeben öfter erscheinen, früher oder später ein Vulkan aufbrechen werde; doch giebt es unzweideutig

beobachtete Beispiele dieser Art, welche als Argumente dienen können.

Schon früher ist erwähnt worden, dafs hin und wieder bei heftigen Erschütterungen der Erdboden sich öffnete, und Wasser, Schlamm, Steine, ja selbst Rauch- und Flammen-Entwickelungen daraus hervortraten. Bei Lissabon hatte man solche Rauchsäulen aus den Seiten der Felsen von Alvidras bei Colares ausbrechen sehen; aus den Spalten bei Aquila (besonders bei Sigillo in den Abruzzen*), wurden Steine, Wasser, Rauch, Flammen und schwefelig riechende Dämpfe mehrere Tage lang hervorgetrieben, und als Messina zerstört wurde, bildeten sich an der Küste und auf den Hügeln hinter der Stadt Spalten, welche parallel von N. nach S. laufend, noch Monate lang sichtbar waren, und aus welchen, nach Einigen, während des Erdbebens Flammen hervorbrachen. Ganz Aehnliches hat man in Chili während des Erdbebens von 1746 wahrgenommen, eben so auf Jamaika 1692, und an den Küsten von Venezuela**).

Indefs so sehr auch solche Ereignisse schon an die Ausbrüche thätiger Vulkane erinnern, so viel mehr ist diefs der Fall mit den Ausbrüchen wahrer Lavaströme und vulkanischer Tuffmassen, welche zuweilen mit Erdbeben gemeinschaftlich hervortreten, und mithin zeigen, dafs auf dem Heerde derselben entschieden auch dieselben Substanzen sich erzeugen, welche aus den Oeffnungen der Vulkane getrieben werden.

Schon die Alten erzählen uns ein Beispiel dieser Art aus dem von brennenden Vulkanen ganz entblöfsten Griechenland, und zwar so unverdächtig und deutlich, dafs wir uns nicht wundern dürfen, wenn sie schon durch solchen Anblick belehrt, offenbar auch die richtige

*) *Maraldi Mém. de l'Académ. de Paris.* 1704.

**) *Relat. hist. II. p.* 272. 274. 278. 286.

Ansicht von der Beschaffenheit der Erdbeben hatten, welche die Forscher der neuesten Zeit nun endlich erst wieder gewonnen haben. Auf Euböa nämlich*), so erzählt Strabo, ward man lange Zeit hindurch von heftigen Erdbeben beunruhigt, und diese liefsen nicht früher nach, bis in der Ebene von Lelantus, in der Nähe von Chalcis, eine Spalte sich öffnete und ein Strom von glühendem Schlamm daraus hervorbrach, offenbar Lava. In Südamerika hat man ähnliche Phänomene beobachtet. Bei dem Erdbeben von Caracas öffneten sich nicht nur bei Valencia und Porto Cabello mehrere Spalten, aus welchen Wasserströme von aufserordentlicher Stärke hervorbrachen, sondern man fand auch unmittelbar nach den heftigsten Stöfsen in den Gebirgen von Aroa, die zur Küstenkette von Venezuela gehören, den Boden mit einer feinen weifsen Erde bestreut, welche aus benachbarten Spalten geworfen schien, und füglich mit vulkanischer Asche kann verglichen werden. Mächtiger aber noch und furchtbarer waren die Ausbrüche vulkanischer Massen während des Erdbebens von Riobamba, 1797. Der Distrikt, auf welchem dasselbe wüthete, hatte eine Länge von 170, eine Breite von 140 Stunden. Die Erde spaltete dabei an unzähligen Orten, und bildete zum Theil ungeheure Schlünde; aus diesen traten dann Wassermassen hervor, welche Thäler von 1000 Fufs Breite und 600 Fufs Tiefe ausfüllten, und mit ihnen ein eigenthümlich stinkender Schlamm, ganz aus vulkanischen Substanzen gebildet, welcher sich in beträchtlichen Hügeln aufhäufte und Moya genannt wird. Es ist eine bräunlich-schwarze, abfärbende Masse, welche Klaproth in den von Alex. v. Humboldt mitgebrachten Stücken untersucht hat, und worin er, aufser Brocken von glasigem Feldspath und Bimstein, eine Mischung von Kohlen- und Wasserstoff, welche die Masse

*) *Strabo Lib. I. edit. Oxon.* 1807. *T. I. p.* 85.

brennbar macht, Ammoniak, vorherrschend Kieselerde, nächstdem Thon- und Kalkerde und etwas Eisenoxyd fand. Seiner Natur nach ist diefs ein ächter vulkanischer Tuff.

Dafs bei Erdbeben auch brennende Vulkane von einiger Dauer neu aus der Erde hervorgetreten sind, ist eine Erscheinung, die, wenn sie sich gleich an die Beobachtungen der Erdbeben, welche in der Nähe jedes Vulkanes vorkommen, unmittelbar anschliefst, dennoch nicht minder bestimmt als die vorgehenden Beispiele für unsere Ansicht spricht, und wir werden daher am Schlusse dieser Darstellung sehr natürlich zu dem Resultate geführt, welches auch v. Hoff aus seinen Forschungen ableitet *): dafs die eigentlichen Erdbeben in der That von den vulkanischen Ausbrüchen nur durch den Mangel einer mehr oder minder permanenten Ausbruchsöffnung verschieden sind, und dafs beiden in der Tiefe unserer Erdrinde eine und dieselbe Ursache zum Grunde liegen müsse.

In einer sehr innigen Beziehung zu den eben hier behandelten Verhältnissen steht das, durch Erdbeben sowohl als durch vulkanische Ausbrüche bedingte oder sichtlich doch von ihnen begleitete Hervortreten neuer Inseln aus dem Meeresgrunde, so wie die Bildungen neuer Berge auf dem Festlande, unter Vermittelung der von innen nach aufsen emporstrebenden vulkanischen Thätigkeit. Beide Erscheinungen, welche wohl als identisch können betrachtet werden, gehören, im Verhältnifs zu den sonst überall auf der Erdoberfläche verbreiteten Anzeichen vulkanischer Kräfte, zu den Seltenheiten, doch existiren ihrer seit den Zeiten zuverlässiger historischer Ueberlieferungen stets genug, um uns über die mit ihrer Entstehung verbundenen Vorgänge,

*) Veränderungen der Erdoberfläche, Bd. II. p. 73.

so wie über die näheren Ursachen derselben Belehrung zu gewähren.

In Beziehung auf das Entstehen neuer Inseln verdient bemerkt zu werden, dafs ganz besonders einige Meeresgegenden sich durch die öftere Wiederholung dieses Phänomens auszeichnen, und wir wollen daher die an solchen Orten beobachteten Umstände übersichtlich vorlegen, so weit wir davon geschichtliche Kunde besitzen.

1. In dem Archipelagus der Azoren ist das Entstehen neuer Inseln, so weit unsere Kenntnifs reicht, bis hieher schon dreimal bemerkt worden, und Alex. v. Humboldt bemerkt, dafs diese Erscheinung sich hier in einer ziemlich regelmäfsigen Periode von etwa 90 — 100 Jahren wiederholt habe. Das erste Mal fand sie im Jahre 1628 oder 1638, dann 1720 und endlich neuerdings 1811 statt.

Ueber die erste dieser drei merkwürdigen Begebenheiten sind unsere Nachrichten sehr unvollkommen, und wir kennen kaum etwas mehr als die übereinstimmend erwähnte Thatsache. Im Jahre 1720 dagegen begann die Erscheinung, wie wir durch die von Buffon wiederholten Berichte von Montagnac wissen, in der Nacht vom 7. zum 8. December mit einem heftigen Erdbeben auf San Miguel und Terceira, welche 28 Seemeilen von einander entfernt liegen. Man sah gleichzeitig die Spitze des 30 Stunden entfernten Vulkans von Pico zusammenstürzen, und während derselbe kurz vorher mehrere heftige Ausbrüche erlitten hatte, schwieg er nun plötzlich. Dagegen stieg schon am andern Tage nahe bei San Miguel die neue Insel aus dem Meere auf, und mit ihr zugleich eine dichte Rauchsäule. Asche und Bimsteine wurden in grofser Menge von dem Orte ihres Hervortretens umhergeworfen, und die Insel ragte bald so steil hervor, dafs man ganz in ihrer Nähe schon mit 120 Fufs keinen Grund mehr fand. Sie erreichte eine Höhe von

etwa 350 Fuſs über dem Meere. Nachdem sie indeſs etwa 2 Jahre gestanden hatte, verschwand sie wieder sehr allmälig, indem sie noch lange Zeit wie eingesunken unmittelbar an dem Rande des Meeresspiegels sichtbar war.

Sehr ähnlich, und noch genauer gekannt, sind die Umstände, welche das Auftauchen der neuen Insel im Jahre 1811 begleiteten; nur über den Anfang der Erscheinung herrschen in den gesammelten Nachrichten einige Dunkelheiten. Im Januar nämlich war unter Begleitung heftiger Erdbeben an der Nordwestseite von San Miguel ohne anderweitige Erscheinungen eine Klippe aus dem Meeresgrunde hervorgetreten, an einer Stelle, welche zuvor 180 Fuſs tief war. Am 13. Juni endlich erfolgte in derselben Gegend, nach Einigen genau an derselben Stelle, doch nach Anderen etwa 3 Seemeilen von derselben entfernt, ein vulkanischer Ausbruch im Meere, bei dem in dem Zeitraume von 5 Tagen eine Insel sich ausbildete. Der Englische Kapitain Tillard war Zeuge dieser Erscheinung, und hat davon eine oft wiederholte Beschreibung gegeben. Er konnte dem ganzen Vorgange von der steilen Küste von San Miguel aus in kaum mehr als 1 Engl. Meile Entfernung zusehen. Er erwähnt, daſs sich zuerst Erdbeben auf Erdbeben folgten, und einer ihrer Stöſse nahm sogar einen Theil der steilen Felswand mit fort, auf welcher die Beobachter standen. Es erhob sich damit gleichzeitig eine Rauchsäule aus dem Meere, und durch diese brachen zuweilen groſse Massen von schwarzen Schlacken, Sand und Asche aus, welche von zahlreichen Blitzen und einem donnerähnlichen Getöse begleitet waren, welches Tillard mit einem ununterbrochenen Kanonen- und Musketenfeuer vergleicht. Man unterschied sehr bald deutlich an der Oberfläche des Meeres die Ränder einer daraus emporsteigenden kraterförmigen Umgebung, welche am vierten Tage nach dem Beginnen der Erscheinung bereits ein

zusammenhängendes Land bildeten. Bis zum 4. Juli hatte die Insel ihre vollständigste Entwickelung erlangt, und da sich die Ausbrüche beruhigt hatten, konnte man auf ihr landen. Sie war steil ringsum aufsteigend, fast kreisrund, und hatte etwa eine engl. Meile im Umfange; ihre gröſste Höhe betrug 300 Fuſs über dem Meeresspiegel; in geringer Entfernung, 40—50 Fuſs von dem Küstenrande derselben, war das Meer nahe an 150 Fuſs tief. In ihrem Innern lag der kreisrunde Krater, welcher durch eine Oeffnung mit dem Meere kommunicirte, und aus welchem ununterbrochen siedend heiſses Wasser herausstürzte. Die Engländer pflanzten auf einem noch sehr erhitzten niedrigen Hügel an dem Kraterrande ihre Flagge auf, und nannten diese in Besitz genommene Insel Sabrina, nach dem Namen des Schiffes, welches Kapitain Tillard kommandirte. Sie erhielt sich jedoch eben so wenig als ihre Vorgängerinnen, denn nach den von dem Konsul Read eingesendeten Nachrichten begann sie schon im Oktober desselben Jahres zu schwinden; später blieb an ihrer Stelle lange Zeit noch eine Bank sichtbar, welche bei hohem Wasser bedeckt wurde, und im Februar 1812 endlich rauchte das Meer noch einmal anhaltend, wenn gleich schwach, an der Stelle, wo früher der Ausbruch gewesen war. Im Jahre 1823 endlich sollen an dieser Stelle bereits 360 Fuſs Tiefe gefunden worden seyn, also noch einmal so viel als man dort vor dem Erscheinen der Insel kannte.

Eine andere Gegend der Erde, in welcher das Erscheinen neuer Inseln mehrfältig beobachtet worden, ist das ägeische Meer, im Gebiete des Archipelagus. Eine groſse Zahl der dort zerstreut liegenden Inseln ist von vulkanischer Beschaffenheit, oder sehr häufig von Erdbeben heimgesucht worden, und von vielen derselben berichten uns die von den Alten bewahrten Sagen, daſs sie in uralten Zeiten dem Schooſse des Meeres entstiegen seyen. Diese Ansicht oder Vermuthung gilt nament-

lich ganz besonders von Rhodos, von Delos, Halone, Nea, Anaphe, und bei einigen, wie bei den zwei letztgenannten, bezeugt es selbst der Name, dafs man diese Vorstellungen an ihr Daseyn knüpfte. Uebrigens ist die Richtigkeit dieses Ursprunges von keiner der erwähnten Inseln historisch erwiesen, und nach den Zusammenstellungen v. Hoff's und L. v. Buch's ist sie sogar bei einigen derselben, wie namentlich bei Delos und Rhodos, in hohem Grade unwahrscheinlich.

Eine Insel indefs, in deren Bereiche sich bis in die neuesten Zeiten noch vulkanische Bewegungen ereignet und dann mehrfach neue Inseln erzeugt haben, ist Thera der Alten, oder Santorin (Sant. Erini), dessen Verhältnisse, wie sie L. v. Buch entwickelt hat, einer vorzüglicheren Aufmerksamkeit würdig scheinen. Diese Insel, welche an der Südspitze der Cykladen liegt, zeichnet sich in hohem Grade vor allen übrigen durch ihre halbmondförmige Gestalt aus, sie schliefst mit sehr steil gegen das Innere abfallenden Wänden fast $\frac{2}{3}$ einer nahe kreisförmigen Bucht ein, und der übrige Theil des Umfanges dieser Bucht wird fast noch vollkommen durch die langgestreckte und viel kleinere Insel Therasia und die in ihrer Fortsetzung befindliche Aspronisi geschlossen. Das Ganze gleicht den ringförmigen Umgebungen eines alten und nur an drei Stellen von dem Meere unterbrochenen Kraterrandes, und dafs es auch wirklich dafür müsse angesprochen werden, dafür bürgen die in seinem Innern mehrfältig wiederholten Erscheinungen vulkanischer Ausbrüche und das mit ihnen erfolgte Emporsteigen neuer Inseln. Dafs die Haupt-Insel in historischen Zeiten entstanden sey, erwähnen mit Bestimmtheit sowohl Plinius als der ältere Apollonius; v. Hoff hat indefs erwiesen, dafs diese Aussagen unmöglich auf sicheren Nachrichten, sondern höchstens auf einer Verwechselung mit irgend einem sekundären vulkanischen Ereignisse beruhen können. Das älteste Ereignifs ähn-

licher Art dagegen, von welchem wir aus diesen Umgebungen sichere Kunde haben, ist in das Jahr 237 vor Chr. G. zu setzen, und wiewohl die darüber vorhandenen Angaben abweichen, so ist doch das Wahrscheinlichste, dafs durch eine Zerreifsung damals Therasia von Thera getrennt ward. Im Jahre 184 oder 197 vor Chr. G. entstand, nach den Nachrichten von Plutarch, Justin und Pausanias, zwischen Thera und Therasia, also im Innern dieser kreisformigen Umgebung, eine neue Insel, welche unter dem Namen Hiera bekannt wurde; sie hat sich bis heute erhalten, und führt gegenwärtig theils noch ihren alten Namen (Hiera Nisos), theils und häufiger wird sie Palaia Kameni genannt. Das nächstfolgende Ereignifs ähnlicher Art trug sich im Jahre 18 n. Chr. G. zu, und erzeugte eine neue Insel Namens Thia, nur etwa 250 Schritt von der erstern entfernt. Sie existirt gegenwärtig nicht mehr, ob sie untergegangen, oder, was jedoch wahrscheinlicher, ob sie sich durch spätere Eruptionen mit der ersten verbunden habe, ist zweifelhaft, wenigstens haben nach zuverlässigen Nachrichten in den Jahren 726 und 1427 neue Ausbrüche stattgefunden, welche die Insel Hiera beträchtlich vergröfserten. Im Jahre 1573 entstand wiederum in Folge heftiger Ausbrüche eine für sich stehende neue Insel, ziemlich in der Mitte des grofsen Ringes; sie ward Mikra Kameni genannt, und bildet nach neuern Beschreibungen einen kaum 100 Fufs hohen Kegelberg mit einem Krater an der Spitze. Viel bedeutender war das Ereignifs, welches 1707 die Veranlassung zu der Entstehung einer dritten Insel, Nea Kameni, gegeben hat. Dasselbe begann am 23. Mai 1807 mit einem heftigen Erdbeben, und fast gleichzeitig stieg dort an einer Stelle, welche früher in 80—100 Faden Tiefe keinen Grund zeigte, eine Klippe auf, welche sich bald sehr vergröfserte. Bereits am 15. Juni hatte sie eine halbe Meile im Umfange und 20—30 Fufs Höhe gewonnen.

nen. Am 16. Juli sah man unter heftigem Getöse gegen 18 solcher Felsen aus dem Meeresgrunde emporsteigen. Am 18. Juli erschien die erste Rauchsäule, am 19. das Feuer, und seine Wirksamkeit nahm stufenweise zu. Während der Nächte schien die Insel blos eine Vereinigung von Oefen zu seyn, welche Flammen spieen. Alle die getrennten Theile vereinigten sich später unter heftigen Ausbruchs-Erscheinungen zu einem mehr als 300 Fuſs hohen Kegelberge, welcher noch lange fortfuhr Dampf und Steine zu schleudern, Lavaströme ausflieſsen zu lassen, und sich im Jahre 1712 sehr merklich vergröſserte. Virlet, Mitglied der französischen wissenschaftlichen Expedition in Morea, hat ganz neuerdings diese Insel besucht; er berichtet, daſs sie ursprünglich aus zwei wohl unterscheidbaren Theilen bestanden habe, deren einer sich durch die weiſse Farbe auszeichne und aus Bimsstein bestehe, der andere dagegen schwarz sey, und von Trachyt-Lava gebildet. Beide vereinigten sich jedoch damals schon, als sich zwischen ihnen ein Ausbruchs-Krater erzeugt hatte, und noch gegenwärtig sieht man aus den Spalten ihres Bodens Schwefeldämpfe hervorbrechen.

Merkwürdig ist es, daſs nach Virlet's Berichten *) in dieser Wiege neuen Insellandes gegenwärtig eine Erscheinung ähnlicher Art sich wiederholt vorbereitet. Man kennt nämlich zwischen Mikra-Kameni und dem 750 Fuſs hohen Absturze der Haupt-Insel schon seit einer Reihe von Jahren eine Stelle des Meeresgrundes, welche langsam, aber sehr merklich emporsteigt. Vor etwa 20 Jahren soll dieselbe noch 20 Fuſs Tiefe gezeigt haben, im Jahre 1830 hatte sie dagegen nur noch 7—8 Fuſs, und sehr wahrscheinlich wird sie nun bald über die Oberfläche des Meeres emporsteigen. Eine genauere Untersuchung dieser merkwürdigen Stelle ergab zugleich, daſs

*) *Bulletin de la Société géologique. T. III. p.* 109.

sie bei einer Länge von etwa 2400 Fuſs und bei einer Breite von 1500 Fuſs, ringsum durch sehr ansehnliche Tiefen scharf abgeschnitten ist. Sie besteht äuſserlich aus festem Trachyt, und Virlet vergleicht ihr Emportreiben sehr passend mit dem Fortdrücken eines Korkstöpsels durch die Gewalt einer in Gährung befindlichen Flüssigkeit.

Andere Meeresgegenden, in welchen ähnliche Ereignisse stattgefunden haben, über welche wir jedoch nur wenig Detail kennen, sind zunächst die Umgebungen Islands. Dort entstand im Jahre 1783, während eines heftigen Ausbruches des Skaptar Joekul, nahe an der Südküste eine neue Insel, welche jedoch bald wieder verschwand.

Ungleich groſsartiger und wahrscheinlich am bedeutendsten unter allen bekannt gewordenen Ereignissen dieser Art ist das Emporsteigen einer neuen Insel in der Reihe der Aleuten, welches uns unstreitig in neuesten Zeiten am vollkommensten durch die Nachrichten von Kotzebue bekannt wurde. Dieses Ereigniſs fand in der Nähe der ansehnlichen, gleichfalls vulkanischen Insel Umnak statt, von wo aus es durch mehrere darüber vernommene Personen gesehen wurde. Es begann im Monat Mai 1796, wo man zuerst, als das Wetter nach längeren Stürmen sich aufheiterte, einige Meilen vom Lande eine starke Rauchsäule aus dem Meere aufsteigen, und noch am Abende desselben Tages (am 8. Mai) unmittelbar darunter das neue Land sah. Ein Erdbeben erschütterte Umnak, und in der Nacht sah man nun die neue Insel mit groſser Heftigkeit Steine und Feuer auswerfen. Diese Erscheinung hielt ferner noch lange Zeit hindurch an, während die neu entstandene Insel ununterbrochen an Umfang und Höhe zunahm. Erst im Jahre 1804 war sie so weit ruhig geworden, daſs die ersten Menschen dort zu landen wagten. Sie fanden sie indeſs an den meisten Stellen noch sehr heiſs,

auch vergröfserte sie sich fortwährend bis zum Jahre 1806, und als sie damals im April von Unalaschka aus besucht wurde, brauchte man sie zu umrudern 6 Stunden Zeit. Um vom Ufer in gerader Richtung ihren Gipfel zu ersteigen, waren aber etwas mehr als 5 Stunden nöthig, und man kann daher wohl mit Leop. v. Buch schliefsen, dafs ihre Höhe füglich auf einige tausend Fufs könne geschätzt werden; unstreitig also eine grofsartige Inselbildung, wie sie in historischen Zeiten in gleichem Maafsstabe nicht wieder bekannt geworden ist.

Noch führen wir als eine Meeresgegend, welche an Entstehung neuer Inselländer so wie an dem Verschwinden bereits lange gekannter Inseln besonders reich ist, das Gebiet der Mollucken und der Inseln in den Aequatorialgegenden des stillen Meeres an; doch fehlt uns über die dort vorgefallenen Begebenheiten fast alles Detail.

Wir wenden uns daher unmittelbar zu dem neuesten Ereignisse ähnlicher Art, welches ich als Augenzeuge zu beobachten so glücklich war, zu der Entstehung einer neuen Insel in dem Meere von Sicilien im Jahre 1831. Es ist seit historischen Zeiten unbekannt, dafs in den Sicilien umgebenden Meeren sich jemals irgend wo anders ein vulkanischer Ausbruch mit Erzeugung neuen Landes ereignet hätte, als nur vielleicht in der Nähe der Nordküste im Gebiete der liparischen Inseln; dort ist die kleine Insel Vulcanello höchst wahrscheinlich etwa um den Anfang unserer Zeitrechnung entstanden, und hat sich später mit Vulcano vereinigt. Das Ereignifs aber, welches uns hier beschäftigt, fiel in hohem Grade unerwartet auf der entgegengesetzten südwestlichen Seite Siciliens vor, welche im Allgemeinen von vulkanischen Erscheinungen gänzlich entblöfst, oder doch nur mit sehr schwachen Andeutungen derselben versehen ist. Dort liegt in etwa 15 Meilen Entfernung von der Küste, nahe an einer der nördlichsten Spitzen von

Afrika, Capo Bon oder Ras Adair, die ziemlich ansehnliche und ganz von vorhistorischen vulkanischen Ausbrüchen gebildete Insel Pantellaria. Ihr gegenüber an der Südküste Siciliens brechen bei Sciacca aus einem etwas mehr als 1000 Fuſs hohen Kalksteinfelsen heiſse Dämpfe in groſser Menge hervor, heiſse Schwefelquellen entspringen an seiner Basis, und gerade auf der Verbindungslinie zwischen beiden durch vulkanische Thätigkeit bezeichneten Punkten, etwa 8 Meilen von Sciacca entfernt, erschien mitten im Meere das erwähnte neue Eiland. Seiner Erscheinung unmittelbar vorher gingen einige nicht sehr bedeutende Erdstöſse, welche 5 Tage lang, vom 28. Juni bis 2. Juli, die Bewohner von Sciacca in Schrecken setzten, und von welchen zwei der stärksten (30. Juni u. 2. Juli), wie wir schon oben gesehen haben, selbst mit der ihnen eigenthümlichen Richtung von SW. gegen NO. noch in dem 19 Meilen von Sciacca entfernten Palermo gespürt wurden.

Man ahnete damals überall und auch zu Sciacca durchaus nicht die Bedeutung dieser Erdstöſse; nach dem letzten derselben begann indeſs wahrscheinlich der Ausbruch, welcher die neue Insel erzeugte, auf dem Meeresgrunde an einer Stelle, welche nach zuverlässigen Angaben *) etwa 6—700 Fuſs tief war. Das erste Erscheinen der dadurch erzeugten Beunruhigung an der Oberfläche des Meeres war bereits am 8. Juli durch ein vorübersegelndes Schiff (*il Gustavo*, Kapit. Trefiletti) wahrgenommen worden; man beschrieb die Erscheinung wie das Erheben einer groſsen Wassermasse, welche unter donnerähnlichem Getöse etwa zehn Minuten lang aufwärts sprudelte und dabei eine Höhe von etwa 80—90 Fuſs erreichte. Sie sank dann nieder und wiederholte sich auf derselben Stelle in unregelmäſsigen Zeitabständen von 15, 20—30 Minuten, während sich aus ihr eine

*) *Prevost, Bullet. de la Soc. géologique. T. II. p.* 34.

dicke Rauchwolke entwickelte, welche den ganzen Horizont einhüllte. Die Aufregung des Meeres in der Umgebung war sehr grofs; viele todte Fische schwammen umher.

An der Küste von Sicilien ahnete man noch gar nichts von diesem sonderbaren und so unerwarteten Ereignifs. Während ein ungewöhnlich trüber, nebliger Horizont alle Aussicht in die Ferne verhinderte, sah man am 12. Juli Morgens zuerst eine grofse Menge kleiner, fein poröser Schlakenstückchen auf dem Meere umherschwimmend, welche ein frischer Südwestwind an die Küste trieb. Man roch gleichzeitig zu Sciacca und in der Umgegend einen auffallenden und lästigen Schwefelwasserstoffgeruch. Die kleinen Steinbrocken, deren Herkunft ein Räthsel war, bildeten am Lande eine oft mehrere Zoll starke Schicht, und die Fischer, welche in See gingen, fanden in geringer Entfernung von der Küste das Meer so mit derselben bedeckt, dafs sie zuweilen genöthigt waren, mit den Rudern sich Platz durch sie zu machen. Gleichzeitig zeigte das Meer an seiner Oberfläche viele frisch getödtete Fische umhertreibend, deren sehr viele gesammelt und verkauft wurden. Am 13. Juli mit Tagesanbruch sah man am Meereshorizont eine hoch aufsteigende Rauchsäule, und am Abende eine Feuererscheinung in derselben, welche die Bewohner von Sciacca nicht mehr zweifeln liefs, dafs ein vulkanischer Ausbruch sich ereignet habe. Sie zeigte sich ununterbrochen fortdauernd, ihre Entfernung von der Küste war aber zu grofs, als dafs man etwas Genaueres über dieselbe hätte ausmitteln können. Den ganzen Tag sah man die gleichförmig fast senkrecht emporsteigende Rauchsäule, von Zeit zu Zeit hörte man sehr deutlich ein donnerähnliches Getöse herübertönen, und am Abende blitzten sehr häufig helle Feuerstrahlen darin auf, wie das Wetterleuchten in warmen Sommernächten.

So sah auch ich diese Erscheinung, welche man theil-

weise schon weither aus dem Innern der Insel von hohen Bergen aus bemerken konnte, und es glückte mir, am 24. Juli derselben so weit als möglich war näher zu kommen. Im Heranfahren von Sciacca aus bemerkte man zuerst in etwa 1½ Meilen Entfernung eine nur wenig über dem Meere hervorragende, schwarze, kleine Insel, welche der Rauchsäule zur Unterlage diente. Wir näherten uns derselben bis auf etwa eine Viertelstunde, und sahen deutlich, dafs sie den über dem Wasser hervortretenden Rand eines kleinen Kraters von etwa 600 F. im Durchmesser bildete, welcher in fortwährenden Ausbrüchen begriffen war, und sich dadurch sichtlich immer höher und höher hervorarbeitete, indem die ausgeworfenen Massen sich regelmäfsig und nur durch die Windrichtung modificirt, um ihn aufschütteten. Aus der Mündung dieses Kraters stiegen zunächst ununterbrochen und mit sehr grofser Heftigkeit, doch geräuschlos, grofse Ballen von schneeweifsen Dämpfen auf. Sich aneinanderkettend und durcheinanderrollend bildeten dieselben eine besonders im Sonnenscheine überaus prächtige, glänzende Säule, deren Erhebung über dem Meere wir mit Wahrscheinlichkeit auf 2000 Fufs schätzten. Durch diese geräuschlos stets emporwirbelnde Rauchsäule schossen dann und wann schnell vorübergehend schwarze Schlackenwürfe, welche die Dampfwolken mannigfaltig durcheinanderrollten; das Prachtvollste der ganzen Erscheinung zeigte sich in den von Zeit zu Zeit erfolgenden heftigeren Ausbrüchen schwarzer Schlacken-, Sand- und Aschenmassen.

Unmittelbar unter und neben der weifsen Rauchsäule erhob sich dann furchtbar drohend, oft bis zu 600 Fufs und darüber eine dichte, schwarze Rauchsäule, welche an ihren obern Enden sich garbenförmig ausbreitete. In derselben war ein ununterbrochenes heftiges Arbeiten der stets von Neuem wieder herausgeschleuderten Sand-, Aschen- und Steinmassen bemerkbar, welche zu Tausenden an ihrem Umfange rings umherflogen und

herabstürzten. Jeder Stein, welcher durch den erhaltenen Schwung etwas weiter flog als die Hauptmasse, führte einen Schweif schwarzen Sandes hinter sich her, und es entstanden dadurch merkwürdig strahlenförmige Gruppirungen, wie Raketenbüschel von dunkler Farbe, oder wie Cypressenzweige, welche einen unbeschreiblich schönen Anblick gewährten. Während der ganzen Zeit der Dauer dieses drohenden Phänomens zischte das Meer von den zahlreichen in dasselbe niederfallenden, offenbar stark erhitzten Sand- und Aschenmassen; weifse Dampfwolken stiegen rings aus demselben empor, und entzogen bald die Insel unsern Blicken. Inzwischen liefs sich ein Platzen und Rasseln der in der Luft aneinanderschlagenden Steine, und ein Rauschen wie das eines niederfallenden Hagelschauers oder heftigen Regengusses vernehmen. Keine Flammen fuhren aus dem Krater und kein Leuchten war in demselben erkennbar, dagegen sah man in Augenblicken hoher Steigerung des Auswurfes eine grofse Zahl von oft hell-leuchtenden Blitzen durch die schwarze Aschensäule hin- und herzucken, und einem jeden derselben folgte deutlich ein lauter und lange anhaltender Donner, welcher, von fernher gehört, oft ein gleichförmig fortrollendes Getöse zu seyn schien. So dauerte diese majestätische Erscheinung wechselnd oft nur 8 — 10 Minuten und selbst bis nahe an eine Stunde lang ununterbrochen fort, dann verschwand sie und es trat eine mehr oder minder lange Periode der Ruhe ein, während welcher nur das Ausstofsen der Dampfballen fortdauerte. So beschrieben es auch noch spätere Beobachter, im höchsten Grade übereinstimmend mit den von Tillard bei Sabrina gesehenen und gezeichneten Erscheinungen.

Diese Reihenfolge starker Ausbrüche schüttete die hier in Frage stehende Insel in kurzer Zeit bis zur Höhe von etwa 200 Fufs über dem Meere, und bis zu einem Umfange von gewifs völlig einer Viertelstunde auf, und

nachdem sie immer schwächer und schwächer geworden waren, endigten sie am 12. August, etwa einen Monat nach ihrem Anfange. Die neue Insel konnte nun gefahrlos besucht werden, und ihre Produkte wie ihre ganze Bildung sind deshalb später einer sehr genauen Betrachtung unterworfen worden. Ich selbst war am 26. September wieder dort, 2 Tage später Constant Prévost; doch übten die Wellen des Meeres an dem ringsum frei aus ihnen hervorragenden Sand- und Schlackenberge sehr bald sichtbar ihre zerstörende Kraft, sie benagten ihn äufserst sichtlich von allen Seiten, verkleinerten ihn mehr und mehr, und im December desselben Jahres verschwand er von der Oberfläche. Man hat später ihn sogar so tief weggespült gefunden, dafs der Schiffahrt durch das Daseyn einer Sandbank an dieser Stelle keine Gefahr mehr zu erwachsen schien; indefs haben uns neuere Nachrichten belehrt, dafs am 16. Mai 1833 neue Ausbrüche an derselben Stelle wieder begonnen haben, welche spurlos vorübergegangen sind.

Von den unmittelbar an die Entstehung neuer Inseln sich anschliefsenden Erzeugungen neuer Berge auf dem Festlande, sind uns an Orten, wo keine regelmäfsig thätigen Vulkane vorkommen, nur drei Beispiele bekannt geworden, welche wir als so bemerkenswerthe Seltenheiten hier unmittelbar mit erwähnen wollen.

Das ältest bekannte dieser Beispiele wird uns aus Griechenland und zwar durch Strabo berichtet; es ist das Emportreten eines neuen Hügels auf der Halbinsel von Methone oder Methana, zwischen Troezene und Epidaurus, in Argolis an der Nordostspitze Morea's. Er soll, wie uns ausdrücklich gesagt wird, durch einen feurigen Ausbruch entstanden seyn, und seine Höhe wird gewifs sehr übertrieben zu 7 Stadien oder nahe an 4000 Fufs angegeben. Hitze und Schwefeldampf machten noch zu Strabo's Zeiten diesen

Ort oft unzugänglich, man sah ihn öfter bei Nacht in der Ferne leuchten, und das Meer war in seiner Nähe in kochend aufwallender Bewegung. v. Hoff hat durch scharfsinnige Konjekturen es sehr wahrscheinlich gemacht, daſs der Zeitpunkt dieser merkwürdigen Begebenheit etwa um das Jahr 290 vor Chr. G. falle, oder 50 Jahre vor dem ersten Ereignisse, welches von Santorin angeführt wird. Dodwell hat unter neuern Reisenden diese Gegend besucht, und im Allgemeinen ihre vulkanische Beschaffenheit bestätigt. Sehr merkwürdig und oft wiederholt ist die Beschreibung dieses Ereignisses von Ovid (*Metamorph. L.* 15. *V.* 296—306), welcher die Entstehung dieses Berges wie die Auftreibung einer Blase ansieht, und dieſs sehr malerisch motivirt.

Das zweite Beispiel der Entstehung eines Berges durch vulkanische Wirkung ereignete sich im Jahre 1538 in dem Meerbusen von Bajae bei Pozzuoli; es war die Bildung des noch heute so genannten Monte nuovo, von welcher wir durch mehrere Augenzeugen einige, wenn gleich freilich doch immer sehr unvollkommene Berichte haben. Es erhellt daraus, daſs damals die Umgegend von Neapel und Pozzuoli zwei Jahre lang vor dem Auftreten dieses Berges von heftigen Erdbeben beunruhigt wurde; der Vesuv blieb dabei ruhig und konnte nicht aufbrechen, daher suchten sich die expandirenden Kräfte des Innern in der Nähe andere Auswege. Nahe an dem Ufer des Meeres, dicht neben dem Averner See, welcher selbst auf dem Boden eines erloschenen Kraters liegt, brach am 28. September die Erde auf. Man sah feurige Erscheinungen, vielfache Zerreiſsungen des Bodens, aus welchen, wie 1702 in den Abruzzen, Wasser hervorsprudelte, während das Meer sich vom Ufer zurückzog und eine breite Strecke trockenen Landes liegen lieſs. Am 29. September bald nach Sonnenuntergang begannen dann Ausbrüche von glühenden Steinen, Rauch- und Flammen-Entwickelung, und in

fast nicht mehr als zwei Tagen war der Berg entstanden. Die Eruptionen dauerten dann schwächer fort, endeten mit dem 3. Oktober und wiederholten sich dann noch einmal am 6. (wobei viele Menschen um's Leben kamen), und seitdem ist dieser Berg unverändert geblieben. Er ist gegenwärtig mit Buschwerk bewachsen, und wir fanden seinen Gipfel in naher Uebereinstimmung mit früheren Beobachtungen (von Pini) 427 paris. Fuſs über dem Meeresspiegel. Sein etwa 1500 Fuſs im Umfange haltender Krater ist noch sehr wohl erhalten und setzt fast bis zum Meeresspiegel nieder (55 Fuſs Meereshöhe); zu Spallanzani's Zeiten hatte er sogar auf dem Boden noch eine erhöhte Temperatur, welche gegenwärtig verschwunden ist. Die Basis des ganzen Berges hat nach Pini etwa 8000 Fuſs im Umfange; an der Meeresseite desselben giebt es heute noch eine Spalte, welche warme Wasserdämpfe aushaucht. Was endlich die Ruhe des Vesuv um diese Zeit betrifft, so verdient es wohl bemerkt zu werden, daſs dieser Berg damals zwischen 1306 und 1631, also in 325 Jahren, nur allein im Jahre 1500 eine ganz unbedeutende, rasch vorübergehende Eruption machte; er hatte gleichzeitig fast ganz den Karakter eines thätigen Vulkanes verloren, indem er völlig bewachsen war, und selbst in der Ebene seines zusammengefallenen Kraters groſse Bäume standen. Die auf seinem Heerde vormals thätigen Kräfte hatten sich damals offenbar ganz von dort weggewendet, dafür entstand aber auch nicht nur der Monte nuovo, sondern es erfolgten noch inzwischen 8 Eruptionen des Aetna, und Erdbeben wütheten heftig in vielen Theilen von dem Erschütterungskreise des Mittelmeeres.

Das dritte und neueste uns bekannt gewordene Beispiel von der Entstehung neuer Berge ist die Bildung des Vulkanes von Jorullo in der Intendantschaft von Valladolid, etwa 6 Tagereisen westlich von Mexiko, am 29. Sept. 1759. A. v. Humboldt beschreibt darin

eine der grofsartigsten Natur-Revolutionen, welche die historische Zeit der Bildung unserer Erdoberfläche aufzuweisen hat, und deren Gröfse sie unter allen bekannten neueren Erscheinungen allein unmittelbar mit den Kraftäufserungen des alten Erd-Vulkanismus in Vergleich bringen läfst.

Die Gegend, in welcher sich diese merkwürdige Begebenheit ereignete, ist eine nahe an 40 Meilen von dem Meere entfernte Hochebene von etwa 2400 Fufs mittlerer Erhebung. Sie war früher durch ihre reiche Fruchtbarkeit ausgezeichnet, wohl angebaut, mit bewaldeten Hügeln versehen, und es bestand hier keine Art von Erinnerung einst in diesen Umgebungen vorgefallener vulkanischer Umwälzungen. Im Juni 1759 liefs sich hier ein erschreckendes unterirdisches Getöse hören, dasselbe war von heftigen Erdstöfsen begleitet, welche 50 bis 60 Tage anhielten; dann beruhigte sich Anfangs September die Erde, aber plötzlich in der Nacht vom 28. zum 29. September begannen neue Schwankungen. Da erhob sich, so ist A. v. Humboldt's eigener Ausdruck, ein Landstrich von etwa 3 bis 4 Quadratm. Ausdehnung, den man Malpays nennt, wie eine weiche Masse in Form einer Blase, und noch heute erkennt man in den zerbrochenen Schichten die ursprünglichen Grenzen dieser Erhebung. Das Malpays hat an seinen Rändern nur etwa 40 Fufs Erhebung, allein die Wölbung dieses so aufgetriebenen Bodens stieg gegen die Mitte allmälig bis auf 500 Fufs. Dabei wurden nach den Aussagen derer, welche auf nahen Bergen Zeugen der furchtbaren Katastrophe waren, auf einer Ausdehnung von mehr als einer halben Quadratmeile Flammen hervorgetrieben, und Trümmer durchglühter Felsen zu grofser Höhe emporgeschleudert. Die Oberfläche des emporgequollenen Landes soll sich dabei wie sturmbewegtes Meer verhalten haben. Tausende von kleinen Hügeln von 5 bis 10 Fufs Höhe, welche von den Eingebornen *hornitos* (Oefen) genannt werden, stie-

gen darauf aus der aufgetriebenen Fläche hervor und stiefsen Dampf aus. In der Mitte derselben spaltete der geschwollene Boden mit einem Rifs, welcher von NNW. nach SSO. hinzieht, und aus diesem traten 6 kleinere Berge, mit ihnen aber als Hauptmasse der Vulkan von Jorullo hervor. Er warf eine Menge schlackiger und basaltischer Laven aus, und seine gröfseren Eruptionen dauerten bis zum Februar 1760; nachher wurden sie seltener und verloren sich. Als A. v. Humboldt 1803 diese Gegend besuchte und den Jorullo bestieg, fand er den entstandenen Berg 263 Toisen (1578 Fufs) hoch über der Ebene, oder 3700 Fufs über dem Meere. Sein Krater dampfte noch lebhaft; die *hornitos* in der Ebene bestanden aus einer verhärteten, thonähnlichen Masse, in welcher viel Kugeln von dichter basaltischer Lava eingebacken waren, und sie hauchten damals noch heifse Dämpfe aus. Bei dem Beginnen der grofsen Eruption waren auf der Ebene von Jorullo zwei kleine Flüsse, der Rio di Cuitimba und di San Pedro, verschwunden, dafür aher sieht man jetzt in dem aufgetriebenen Boden selbst (etwas weiter westlich) zwei Flüsse, welche das Gewölbe der *hornitos* durchbrochen haben, und die sich gegenwärtig als warme mineralische Wässer ergiefsen, die 52°,7 Temperatur haben. Bei einem Hofe, wohin sich diese Wassermassen zu richten scheinen, genannt Hacienda de la Presentacion, sieht man aus dem Malpays einen Bach starken Schwefelwassers ausfliefsen, welcher gegen 25 Fufs breit und mithin wohl eines der reichsten Mineralwässer dieser Art ist.

Vulkanische Ausbrüche.

Nachdem wir die Erdbeben in ihrer Allgemeinheit betrachtet, ihre Erscheinungen und Verbreitung kennen gelernt haben, waren wir zur näheren Betrachtung ihrer Folgen, der durch sie an der Erdoberfläche hervorgebrachten Wirkungen übergegangen. Die Erscheinungen derselben zeigen, dafs sie in Ursachen begründet seyn müssen, welche in einem wesentlichen Zusammenhange mit der Beschaffenheit des gesammten Erdkörpers stehen, denn sie äufsern sich fortdauernd in allen Theilen der Erdoberfläche, wenn auch in gewissen Bezirken öfter und mit gröfserer Heftigkeit als in andern. Alle Umstände, welche sie begleiten, liefern den Beweis, dafs sie mit den vulkanischen Thätigkeiten sich in genauer Verbindung befinden, und nicht ein für sich abgeschlossenes Ganze bilden, welches unabhängig von den übrigen vulkanischen Aeufserungen betrachtet werden kann. Diese Verbindung haben wir näher kennen gelernt und sind dadurch auf Erscheinungen geleitet worden, welche schon vulkanische Ausbrüche im engeren Sinne des Wortes bilden; so sahen wir die Verbindung zwischen Erdbeben und dem Hervorheben neuer Inseln aus dem Meere, neuer Berge auf dem Festlande, verbunden mit dem Auswerfen von Schlacken, Asche unter feurigen Erscheinungen, als etwas regelmäfsig Wiederkehrendes.

Wir sind dadurch nun genügend vorbereitet, um die Verhältnisse einer näheren Betrachtung zu unterwerfen, welche sich an solchen Punkten darstellen, wo nicht nur einmal sich eine Verbindung zwischen dem Sitze vulkanischer Wirksamkeit und der Oberfläche öffnet, sondern wo diese Verbindung zu wiederholten Malen, wenn auch mit längeren Unterbrechungen, sich wiederherstellt, wenn neue Steigerungen der Processe in diesem vulkanischen Heerde erfolgen, und die zusammenge-

prefsten Gase, die flüssig gewordene Masse vor sich hertreibend, einen Ausgang auf dem schon früher gebahnten Wege suchen.

Diese Verbindungspunkte aber zwischen dem vulkanischen Heerde und der Erdoberfläche sind es, welche wir in der ganz allgemeinen Bedeutung des Wortes mit der Benennung Vulkane bezeichnen. Da stets von der Menge der aus denselben hervorgetriebenen Stoffe in den Umgebungen derselben mehr oder minder beträchtliche Erhöhungen des Bodens erzeugt werden, so sind wir gewohnt, uns Vulkane unter dem Bilde von Bergen zu denken, welche in ihrem Innern einen schlotähnlich emporsteigenden Verbindungsweg des Erd-Innern mit der Atmosphäre enthalten; so nennen wir einen solchen Berg auch wohl sehr bezeichnend in unserer Sprache einen feuerspeienden Berg, und die der Atmosphäre zugekehrte Mündung seines mehr oder minder permanenten Verbindungsweges den Krater.

Es bedarf nun wohl keiner Erläuterung mehr, dafs die Entladung der das Innere der Erdrinde auseinander pressenden Stoffe durch den Ausführungsweg der Vulkane es eigentlich sey, welche wir im ganz allgemeinsten Sinne des Wortes mit der Benennung vulkanischer Ausbrüche bezeichnen, und sie sind es vorzüglich, deren Erscheinungen sowohl, als ihre Produkte und ihren Einflufs auf die Gestaltung der Erdoberfläche wir hier nun gesondert betrachten wollen.

Bevor wir zu dieser Betrachtung übergehen, verdient bemerkt zu werden, dafs das, was man gewöhnlich unter dem Namen eines vulkanischen Ausbruches zu verstehen pflegt, etwas abweichend von dem hier aufgestellten ganz allgemeinen Begriffe ist. Man versteht unter dem Ausdruck vulkanischer Ausbruch gewöhnlich nur einen Vorfall der in hohem Grade gesteigerten Thätigkeit vulkanischer Wirkungen, wie er den Anwohnern feuerspeiender Berge nur von Zeit zu Zeit an denselben bemerkbar

wird, und da fast alle Vulkane, mit sehr wenigen Ausnahmen, sich so verhalten, dafs bei ihnen stets auf einzelne Vorfälle bedeutender Kraftentwickelung mehr oder minder lange Perioden einer nur unbedeutenden Thätigkeit, ja einer fast völligen Ruhe in allen sichtbaren vulkanischen Erscheinungen folgen, so ist das, was man Ausbruch (Eruption) nennt, mehr die Ausnahme als die Regel derselben, ohnerachtet Ausbruchserscheinungen doch von dem Wesen eines Vulkans unzertrennlich sind. Es ist mithin in diesem gewöhnlichen Sinne, wenn man die Zahl der Ausbrüche irgend eines Vulkanes zählt, und also z. B. sagt, dafs der Vesuv seit historischen Zeiten 52 Eruptionen gehabt habe, der Aetna 58, oder wenn wir sagen, dafs der Aetna oder Cotopaxi an 40 bis 50 Jahre ohne Ausbruch gewesen sind.

Wir werden indefs sehr bald erkennen lernen, dafs von der unbedeutendsten Gas- und Dampf-Entwicklung, ja von dem Entweichen einer warmen Mineralquelle bis zum Heraustreten mächtiger Lavamassen unter Begleitung geräuschvoller Explosions-Erscheinungen, nur eine ununterbrochene Reihe von Uebergängen statt findet, und dafs wir alle diese Vorgänge, als zur Klasse der Eruptions-Erscheinungen im Allgemeinen gehörig, von einem übersichtlichen, höheren Standpunkte aus, ihrem Wesen nach durchaus nicht zu scheiden im Stande sind. Da indefs freilich ein Vulkan in seiner allgemeinen äufseren Erscheinung ein unendlich verschiedenartiges Bild darbietet, je nachdem wir denselben im Zustande bedeutender Explosionen oder nur in dem fast unterdrückter Thätigkeit erblicken, so wird es für unsern Zweck hier sehr geeignet seyn, diese beiden Zustände in Beziehung auf die mit ihm verbundenen Erscheinungen gesondert hervorzuheben.

Wir unterscheiden die Ausbruchs-Erscheinungen, der naturgemäfsen Uebersicht wegen,

in solche, welche bei dem gewöhnlichen Zustande

unterdrückter oder schlummernder Thätigkeit der Vulkane, und

in solche, welche in dem Zustande ungewöhnlicher Thätigkeit, oder in dem der vulkanischen Explosionen auftreten.

Wir machen mit der Darstellung der ersten Reihe den Anfang.

Ausbruchs-Erscheinungen im schlummernden Zustande vulkanischer Thätigkeit.

Der gewöhnlich mit der Benennung des **ruhenden** bezeichnete Zustand feuerspeiender Berge trägt diesen Namen sehr mit Unrecht, indem man dabei nur oberflächlich dem äufsern Anscheine gefolgt ist. Denn nachdem Explosionen statt gefunden haben, und die das Innere des Vulkans agitirenden Massen geschmolzener und gasförmiger Substanzen entleert worden sind, sinkt derselbe, falls wir ihn nicht geradezu als erloschen ansehen dürfen, keinesweges in einen Zustand absoluter Unthätigkeit zurück, sondern er fährt fort unzweideutige, wenn gleich freilich sehr verminderte Zeichen seiner Verbindung mit dem Erdinnern zu geben.

Das ganz gewöhnliche und meistentheils schon von fernher sichtbare Zeichen dieser Verbindung, der Beweis von der im Innern fortdauernden Thätigkeit des vulkanischen Processes, besteht in dem mehr oder minder beträchtlichen Aufsteigen von Dämpfen oder sogenannter „*Fumarole*" vorzugsweise aus dem Krater. Das Zusammentreten derselben zu einer Rauchsäule, welche den Gipfel des Berges krönt, ist eine in allen vulkanischen Gegenden vorkommende und für die Eigenthümlichkeit des äufsern Anblicks feuerspeiender Berge äufserst bedeutungsvolle Erscheinung.

Nähert man sich dem Ursprungsorte, der Quelle dieser Dampf-Entwicklungen, so sieht man dieselben meist

aus

aus dem Boden oder den Einfassungen des Kraters, oder auch wohl aus den Seitenwänden des Berges in vereinzelten Strömen wirbelnd aus kleinen Rissen hervortreten, und sich dann allmälig zu einer gröfseren Masse vereinigen; ein zischendes Geräusch, welches sie ausstofsen, wenn ihre Entwicklung heftiger wird, unterbricht zuweilen die Einförmigkeit dieser Erscheinung.

Es ist nun wohl von ganz besonderem Interesse, die Stoffe kennen zu lernen, welche bei diesem Entwicklungsprocesse von Dämpfen aus dem Innern der Erde hervorgetrieben werden, und wenn gleich in dieser Beziehung noch nicht viel geschehen ist, so haben doch in den neueren Zeiten die Untersuchungen von Breislack, Gay Lussac, Monticelli am Vesuv und seinen Umgebungen, die von Daubeny am Aetna, und die von Boussingault an den Vulkanen Südamerika's äufserst schätzbare Aufschlüsse gegeben.

Vor Allem wissen wir aus den übereinstimmenden Aussagen aller Beobachter, dafs bei weitem der vorwaltende Bestandtheil der aus den Krateren aufsteigenden Fumarolen aus Wasserdampf besteht. Von dem Vesuv und dem Aetna versichern diefs zahlreiche Beobachter übereinstimmend, und in der That bedarf es zur Konstatirung dieser Thatsache keiner besondern Untersuchung; denn man bewegt sich in den Dämpfen dieser Vulkane, wie ich aus eigener Erfahrung weifs, in den meisten Fällen mit Leichtigkeit, man athmet sie ein, ohne einen besonderen Geschmack oder Geruch, oder eine Hemmung in den Respirationsorganen zu bemerken, und so ist es auch nach den Aussagen zuverlässiger Beobachter bei allen andern uns bekannt gewordenen Vulkanen. So fanden es La Peyrouse, A. v. Humboldt mit Erstaunen bei der Besteigung des Pico von Teneriffa; dort giebt es nahe an seinem Gipfel einige Höhlungen oder Kanäle, aus welchen Wasserdämpfe hervorkommen, die sich bei der geringen Temperatur jener Höhe sehr rasch verdich-

ten und sich nun tropfbar-flüssig zeigen, was zu der sonderbaren Benennung *Narines del Pico* Veranlassung gegeben hat. Eben so fand es neuerlich **Boussingault** bei der Untersuchung der Fumarolen an den Vulkanen von **Tolima**, von **Puracé**, **Pasto**, **Tuquères**, **Cumbal**, und so erwähnt auch **A. v. Humboldt** von dem Krater des **Jorullo** in **Mexiko**, welchen er etwa 60 Jahre nach seiner Entstehung besuchte. Auf der ganzen vulkanischen Insel **Pantellaria**, welche ich im Jahre 1831 besuchte, entweichen den oberen Theilen der Abhänge des Hauptberges, welcher übrigens in historischen Zeiten nie eine Explosion gehabt hat, fortwährend reiche Ströme von Wasserdämpfen, und da die Umgebungen sehr wasserarm sind, so fängt man sie auf eine sehr rohe Art durch vorgelegtes Strauchwerk auf, damit das aus ihnen kondensirte Wasser den Ziegenheerden zur Stillung des Durstes diene. Etwas Aehnliches erzählt **Dolomieu** *) von einer kleinen Trinkquelle auf dieser Insel, welche durch Verdichtung einer Fumarole entsteht.

Unstreitig aber die merkwürdigste hieher gehörige Thatsache, welche als Beweis für den aufserordentlichen Reichthum der Entwicklung von Wasserdämpfen aus dem Innern der Vulkane dienen kann, führt **Breislack** an**). Dieser ausgezeichnete Naturforscher war nämlich längere Zeit hindurch als Direktor der Alaun- und Schwefel-Fabrik in der **Solfatara** bei **Pozzuoli** angestellt, welche nichts anders als der Krater eines im schlummernden Zustande befindlichen Vulkanes ist, der seit 1198 keine Explosion gehabt hat. Die Fabrik selbst liegt im Krater, welcher an einer Stelle fortwährend eine ansehnliche Dampfsäule mit grofser Heftigkeit ausstöfst, und es ist dieser Lage wegen sehr schwierig und kostbar, sie mit dem zu ihrem Betrieb und für die Arbeiter nöthigen Wasser zu

*) Reise nach den liparischen Inseln; deutsch p. 156.

**) Phys. und litholog. Reisen durch Campanien. Bd. II. S. 59 sq.

versehen, indem die ausgebrannten Wände des Kraters umher keine Quellen darbieten. Breislack fafste daher den Gedanken, die Wassermasse der Dampfsäule zu kondensiren, deren Entwicklung er ungemein lebendig und anziehend beschreibt; er leitete dieselbe durch eine mühsame Arbeit aus beträchtlicher Tiefe in einen hohlen Thurm von nahe an 50 Fufs Höhe. In demselben stieg nun die Dampfsäule empor bis zur Kuppel, diese aber war von mehr als 200 Oeffnungen durchbohrt, und in jeder dieser Oeffnungen steckte äufserlich und abwärts gekehrt eine 8—10 Fufs lange Röhre. Die so zertheilten Dämpfe hatten auf diesem Wege und bei dieser Zertheilung Zeit sich abzukühlen und auch noch einige fremde Stoffe abzusetzen, und es tröpfelte daher aus den Enden dieser Röhren unablässig klares, brauchbares Wasser hervor, welches man in ein Reservoir sammelte und auf diese Weise eine Wassermasse erhielt, welche Breislack wenigstens auf 6—7 Fässer oder 80 Kubikf. täglich schätzte.

Mit den Wasserdämpfen vermischt aber entsteigen dem Erdinnern durch die Fumarolen der Vulkane auch noch mannigfaltige andere Substanzen, welche theils in freien Säuren, theils in durch Hitze flüchtigen Salzen, theils selbst in Metall-Verbindungen und in brennbaren Stoffen bestehen, und von welchen wir die hauptsächlichsten aufzählen.

Unter den Säuren vor Allem mag wohl nichts häufiger hier vorkommen, als die verschiedenen Säuerungszustände des Schwefels; ganz besonders häufig, und wie es scheint überall wohl ursprünglich ist es der Zustand des Schwefelwasserstoffes, welcher fast immer vulkanischen Dämpfen mit beiwohnt und sich so sehr leicht durch seinen eigenthümlichen Geruch zu erkennen giebt. Dieser Stoff ist bisher, so viel ich weifs, noch bei allen Vulkanen gefunden worden; der Vesuv, Aetna und Stromboli bieten dafür äufserst auffallende Beispiele. Als die neue Insel an der Südküste Siciliens 1831

entstand, war die Schwefelwasserstoff-Entwicklung so grofs, dafs man dieselbe, ohne eine Ahnung von ihrem Ursprunge zu haben, in Sicilien sehr deutlich riechen konnte, und dafs in dem 8 Meilen davon entfernten Sciacca Metallgeräthe (Silber insbesondere) dadurch deutlich angegriffen wurden. Auch in den Vulkanen Südamerika's fand Boussingault den Schwefelwasserstoff nächst den Wasserdämpfen immer vorwaltend, und der so ganz excessive Reichthum des Schwefels, welcher sich in fast allen Nachrichten über alle Vulkane der Erde erwähnt findet, scheint zu beweisen, dafs diefs Verhältnifs sich überall wiederholt. Denn der Schwefelwasserstoff hat die Eigenschaft, sich an der atmosphärischen Luft bei verhältnifsmäfsig sehr niederer Temperatur zu zersetzen, indem er mit dem Sauerstoffe der Luft Wasser bildet und den Schwefel metallisch fahren läfst. Diese Erscheinung kann man u. a. ungemein schön in der Solfatara bei Pozzuoli beobachten, und schon Breislack bemerkte, dafs in den Röhren seines Condensations-Apparates sich Schwefel krystallinisch absetzte; Bischoff *) hat diesem Gegenstand in neuester Zeit ganz insbesondere seine Aufmerksamkeit zugewendet.

Wo die Hitze sehr grofs ist und Kontakt mit der Luft stattfindet, verbrennt der Schwefelwasserstoff mit Zurücklassung eines kleinen Rückstandes von Schwefel, der übrige Schwefelgehalt aber säuert sich und geht mit den basischen Stoffen der Umgebung schwefelsaure Verbindungen ein, welche sich nun wieder untereinander und besonders in Berührung mit kohlenstoffhaltigen Substanzen zersetzen, freien Schwefel, freie Säure entlassen. Es ist daher gewöhnlich in den Krateren der schlummernden Vulkane der Schwefel in allen diesen Zuständen zu finden, überall wo die Dampfsäulen austreten begleiten dieselben citronengelbe Ueberzüge von

*) Schweigger Neues Jahrbuch, Bd. IV. p. 377. VI. p. 125.

mehr oder minder reinen, oft selbst schön krystallisirten Schwefelmassen; ganze Flächen zerrissener Felswände sind zuweilen mit solchen Krusten auf's Wunderbarste bekleidet, und dazwischen steigen dann hin und wieder die eigentlich erstickenden Schwefeldämpfe (schwefelige Säure) auf, Schwefel wird sublimirt; an andern Orten bedeckt freie, flüssige Schwefelsäure die Gegenstände und übt auf Alles was sie berührt ihre zerfressende, ätzende Wirkung aus; von schwefelsauren Salzen aber, welche auf diese Weise entstehen, zeigen sich in den Krateren und Umgebungen der Vulkane ganz besonders häufig und ausgezeichnet der Alaun, der vielfach unter diesen Verhältnissen gewonnen wird, schwefelsaurer Natron, Kali und Magnesia, und dann noch besonders der Gyps, eine in vulkanischen Gegenden sehr viel häufigere Substanz als man bisher geglaubt hat, deren Art des Vorkommens viel Licht auf das Erscheinen des Gypses in älteren Gebirgen wirft, wo wir ihn so häufig auch mit Schwefel vereint finden.

Der Eindruck, welchen ein solcher mit stinkenden Dämpfen, mit Schwefelkrusten und Salzen erfüllter und bunt bekleideter Krater auf die Phantasie macht, ist in hohem Grade ergreifend. Die Alten glaubten sich an solchen Stellen an den Pforten der Unterwelt, und nannten daher den Krater der Solfatara *Forum Vulcani.* Mit grofser Lebendigkeit hat L. v. Buch auch in dieser Beziehung ganz besonders den Krater des Vesuv geschildert, wie er ihn im Jahre 1805 sah, eben so A. v. Humboldt den schwefelreichen Krater des Vulkans von Puracé. Die grofsartigste Erscheinung der Art, welche ich selbst zu beobachten Gelegenheit fand, bot unstreitig der prächtige Krater von Vulcano dar, eine majestätische Höhlung von 1200 Fufs im Durchmesser und etwa 400 Fufs Tiefe, aus welcher eine ungeheure Dampfmasse mit heftigem Geräusch, oft bis zur Gefahr des Erstickens, hervordringt. Solche ununterbrochen fortarbeitende Schwe-

felwerkstätten in den Krateren schlummernder Vulkane kennen wir auch auf Island, auf den Inseln Martinique, Guadeloupe. Man nennt sie im Allgemeinen Solfataren, von der ältest bekannten dieser Art, welche freilich eine der unbedeutenderen ist, und man bezeichnet mit diesem Namen in der wissenschaftlichen Kunstsprache wohl den schlummernden Zustand der Vulkane überhaupt. Alex. v. Humboldt's glückliche Forschungen über das Innere von Asien haben das Daseyn der grofsartigsten unter den bis jetzt bekannten Solfataren bekannt gemacht, welche in der chinesischen Tartarei bei der Stadt Urum-tsi liegt, und nach mehrfach übereinstimmenden Aussagen einen Umfang von etwa 15 Stunden haben soll; eine Gröfse, vor welcher die Einbildungskraft zurückschaudert *).

Nächst der Schwefelsäure scheint das Chlor einer der häufigsten unter den Bestandtheilen der Fumarolen zu seyn, doch ist es keinesweges darin so konstant wie die gesäuerten Zustände des Schwefels, denn es hat namentlich der so genau untersuchende Boussingault keine Spur von Chlor in irgend einem der Vulkane Südamerika's gefunden. In den Dämpfen des Aetna hat Daubeny seine Gegenwart nachgewiesen, ganz besonders häufig aber und entschieden wohl am häufigsten unter allen in dieser Beziehung untersuchten Vulkanen, scheint es am Vesuv vorzukommen. Dort gedenken seiner sehr zahlreiche Beobachter, und ich selbst habe es mehrfältig dort wahrgenommen. Die Chlorwasserstoffsäure läfst sich in den Dämpfen dieses Vulkanes sehr leicht durch den ihr eigenthümlichen Geruch unterscheiden, welcher der Brust unangenehm auffällt, so wie durch die schneeweifse Farbe der kleinen Dampfwirbel, welche sie durch die Verbindung mit Wasserdämpfen bildet. Merkwürdig ist es, dafs in den Chlor-Entwicklungen

*) Ritter's Erdkunde, Bd. II. S. 386.

des Vesuv, nach dem Zeugnisse mehrerer Beobachter, ein unleugbares und sehr starkes Schwanken stattfindet; denn als Gay Lussac und A. v. Humboldt im Jahre 1805 den Vesuv besuchten, fanden sie dort in seinen Dämpfen fast nur schweflige Säure, die Chlorwasserstoffsäure war nur in schwachen Spuren vorhanden; auch L. v. Buch bemerkte dort nur schwache Spuren derselben. Im Jahre 1813 dagegen im December bemerkte Monticelli bei einer Besteigung des Vesuv eine so enorme Entwicklung von Chlorwasserstoffsäure, dafs es ihm deshalb unmöglich war, an die Orte zu gelangen, wo er beobachten wollte. Als er dagegen im Mai 1814 wieder dahin kam, war er sehr überrascht, in den Dämpfen nur schweflige Säure und Schwefelwasserstoff zu finden; wir sehen also, dafs zu Zeiten mehrfach abgeänderte Processe auf dem Heerde vulkanischer Wirksamkeit vorgehen müssen.

Wenn übrigens auch Chlor-Dämpfe in vielen Vulkanen eine Seltenheit seyn mögen und bei anderen vielleicht gar nicht vorkommen, so sind doch die von denselben gebildeten Salze in den Sublimationen vieler derselben keine Seltenheit, und wir nennen von ihnen daher hier unmittelbar die am meisten karakteristischen.

Salmiak, Chlorammonium, bekanntlich ein sehr flüchtiges Salz, wird fast bei allen Vulkanen als unter den Sublimationen befindlich angegeben; am Vesuv ist er, seltsam genug, nicht häufig, doch traf ihn Breislack 1794, L. v. Buch 1806, und Monticelli unter den Fumarolen von 1822. Sehr viel häufiger dagegen ist er in der Solfatara, und er scheint sogar in den Dämpfen derselben immer vorhanden zu seyn; denn Breislack gewann ihn dort in irdenen Röhren, durch welche er dieselben cirkuliren liefs. Eben so kennt man ihn, meist mit Schwefel verunreinigt, auf Vulcano, und am Aetna soll er, nach Ferrara's (Cabrera's und Boccone's) Zeugnifs sogar zuweilen in so ansehnlicher Menge gefunden worden seyn, dafs man einen ganz einträglichen Handel

damit getrieben hat. Bei weitem die salmiakreichsten Vulkane der Welt aber scheinen, nach den uns jetzt zugekommenen Nachrichten, die beiden erst im letzten Jahrzehnt bekannt gewordenen Haupt-Vulkane Inner-Asiens zu seyn, welche A. v. Humboldt unter dem Namen von Ho-t-scheou oder Vulkan von Turfan, und Pe-Schan oder Vulkan von Kutsché beschrieben hat. Von diesen beiden Bergen aus wird der Salmiak durch ganz Asien verbreitet, und namentlich bezahlen die Einwohner der Provinz Kutsché noch gegenwärtig den Tribut an den Kaiser von China in diesem Salze. Uebrigens rührt, wie Ritter und A. v. Humboldt bemerken, der Name dieses Salzes von seinem Vorkommen in dieser merkwürdigen Gegend her; denn man nannte es in älteren Zeiten tartarisches Salz oder *Sal Armeniacum*, woraus nachher *Sal Ammoniacum* geworden ist.

Kochsalz, Chlornatrium, ist unter den Produkten der Fumarolen eine viel häufigere Erscheinung, als man noch in sehr neuen Zeiten geglaubt hat, und diefs darf uns allerdings nicht wundern, da es bereits bei einer Temperatur wenig über der Rothglühhitze sich verflüchtigt. Sein Erscheinen aber ist in der That äufserst merkwürdig, theils weil es der Meinung, dafs der vulkanische Procefs durch eine Verbindung des Erdinnern mit dem Meere bedingt werde, sehr günstig ist, theils weil es ein wichtiges Licht auf das Vorkommen der Steinsalzlagerstätten in älteren Gebirgen wirft, welche vielfach mit dem auch durch vulkanische Processe entstehenden Gyps in Gemeinschaft vorkommen, und oft sich in Lagen befinden, welche ihre vulkanische Entstehung in früheren Perioden äufserst wahrscheinlich machen.

Am Vesuv finden wir das Daseyn des Kochsalzes zuerst besonders hervorgehoben durch L. v. Buch, welcher bei seiner dortigen Anwesenheit mit Gay Lussac und A. v. Humboldt 1805 die Wände einer Spalte am Rande des Kraters, welche unerträglich heifse Dämpfe

ausstiefs, mit einer drei Zoll dicken Kruste von Kochsalz bedeckt fand. Dieser Berg erzeugte 1822 eine sehr grofse Quantität Kochsalz, und es ist namentlich bekannt geworden, dafs er bei der grofsen Eruption in jenem Jahre eine mehrere Centner schwere Masse desselben auswarf, von welcher sich die Bewohner der Umgegend zum Schaden der Regierung ihren Salzbedarf holten. Ich selbst habe gesehen, dafs der Vesuv im Sommer 1832 sehr viel Kochsalz erzeugte, welches, in Krusten und vereinzelten Würfeln krystallisirt, die Spalten der im Krater befindlichen Lava bedeckte. Es war damals wieder wie schon früher Gebrauch, dafs arme Leute aus der Umgegend (Torre del Greco, Resina,) auf den Berg gingen um Salz zu suchen und damit einen kümmerlichen Handel zu treiben. Unter den andern Vulkanen, welche wegen Erzeugung des Kochsalzes bekannt geworden sind, nennen wir noch den Hekla in Island. Dieser Berg hat, nach dem Zeugnisse von Olafsen, zuweilen schon so viel Kochsalz producirt, dafs man viele Pferde damit hat beladen und es zum Verkauf bringen können. Eine ähnlich reiche Salzproduktion wird uns durch Bory de St. Vincent von dem Vulkan auf der Insel Bourbon im Jahre 1791 berichtet, und nach Garzias Fernandez *) soll sogar eines der bedeutendsten Steinsalzlager Spaniens, das von Poza bei Burgos, sich in dem Krater eines erloschenen Vulkanes befinden.

Chloreisen ist gleichfalls ein in den Sublimationsprodukten der Fumarolen sehr häufiger Körper; fast immer bemerkt man dasselbe verunreinigt mit Salmiak, Kochsalz, Chlorkalium. Dasselbe besitzt eine lebhafte gelbbraune und oft auch rothbraune Farbe; es zerfliefst an der Luft, und bedeckt daher sehr häufig die inneren Wände der Kratere mit den grell wechselnden Nüancen seiner Färbungen. Es ist daher auch gewöhnlich von den Beobach-

*) *Journal de Phys. LV. p.* 457.

tern für Schwefel genommen worden, der zu manchen Zeiten im Krater des Vesuv nur in sehr kleinen Quantitäten angetroffen wird.

Chlorkupfer findet sich häufiger, besonders am Vesuv, unter den Fumarolen-Produkten; es scheint den Dämpfen, welche der Lava entweichen, stets beigemischt zu seyn, denn es findet sich oft in den Spalten der Lava nach ihrem Erkalten (ein glänzendes Beispiel davon giebt die Lava *della Scala*), auch habe ich selbst bemerkt, was schon vor mir viele Beobachter erwähnen, dafs die frisch-fliefsende Lava sehr oft eine lebhaft blaugrüne Flamme giebt, wenn man brennbare Sachen darauf wirft. Es ist ferner eine ganz gewöhnliche Erscheinung, die in unruhigen Zeiten sich im Krater an den Spaltenwänden sammelnden Salze durch diese Verbindung grün gefärbt zu finden, denn diese Krusten werden von Liebhabern besonders gesucht. L. v. Buch spricht mit Entzücken von den prachtvollen smaragdgrünen Krystallen, welche er in Höhlungen frischer Lava eingeschlossen sah. In aufserordentlicher Häufigkeit findet sich das Chlorkupfer ferner noch am Monte rosso bei Catania.

Als einer merkwürdigen Seltenheit ist hier wohl noch insbesondere das Chlorblei zu erwähnen, welches Monticelli und Covelli zuerst in Verbindung mit Kupfer, Salmiak u. s. w. unter den Fumarolen-Produkten des Vesuv von 1817 und 1822 gefunden und Cotunnia genannt haben. Es ist (nach Pilla) im Jahre 1832 wieder vorgekommen.

Nächst dem Chlor ist die Kohlensäure unstreitig noch die verbreitetste unter den Säuren, welche die Fumarolen aushauchen, doch scheint sie keinesweges allgemein aufzutreten. Boussingault fand sie in den Dämpfen aller südamerikanischen Vulkane anwesend. In den Fumarolen des Vesuv aber scheint sie nur dann und wann aufzutreten; Monticelli und Covelli bemerkten sie dort im Jahre 1822, und ob sie in den Däm-

pfen anderer Vulkane vorhanden sey, wissen wir nicht; doch haben wir alle Ursache es zu glauben, da die Kohlensäure bei den vulkanischen Processen sich so ungemein thätig und einflufsreich zeigt, denn Kohlensäure entweicht dem Boden in den Umgebungen aller Vulkane oft in aufserordentlicher Menge, zugleich besonders nach heftigen Eruptionen, und sie ist es, welche dann die oft plötzlich aufsteigenden, sogenannten Mofetten so verderblich macht. Mehr oder minder heftige Entwicklungen von Kohlensäure sind es, welche häufig an den Rändern erloschener Kratere, wie in der Eifel, in der Auvergne, als das einzige Zeichen der noch unterirdisch fortdauernden vulkanischen Thätigkeit auftreten, und eine Menge von Gründen führen uns zu der Ansicht, dafs selbst da, wo an dieser Säure reiche Wässer (gemeinhin Sauerbrunnen genannt) entspringen, eine durch frühere Zerrüttungen bewirkte Verbindung des vulkanischen Heerdes mit der Oberfläche stattfindet.

Uebrigens ist das Auftreten dieses Stoffes unter den vulkanischen Erzeugnissen auch noch deshalb besonders merkwürdig, weil ganz gegen die, lange Zeit hindurch herrschende Ansicht kein kohlenstoffhaltiger Körper sonst unter den von Vulkanen ausgeführten Substanzen vorkommt. Die gewöhnliche Lava vor Allem führt entschieden keine Kohle, so erwünscht es auch der, früher von der Natur der Vulkane herrschenden Ansicht war, ihre schwarze Farbe von derselben herzuleiten, und das Einzige, was man in dieser Beziehung etwa noch anführen könnte, ist der zuweilen bei vulkanischen Dampfentwicklungen auffallend wahrgenommene Geruch von Erdöl oder Naphtha. L. v. Buch bemerkte diesen Geruch 1805 am Kraterrande des Vesuv, und spricht davon ausdrücklich als von etwas Auffallendem. Poulet Scrope will ihn mehrfach bemerkt haben; Ferrara erwähnt ihn vom Aetna, und ich selbst habe ihn als eine auffallende Erscheinung unter den Umständen bemerkt, welche bei

dem Besuche der Isola Ferdinandea (1831) interessant waren. Der Ursprung des Wasserstoffes wäre in allen diesen Fällen leicht nachgewiesen, der Kohlenstoff aber bleibt räthselhaft. Dafs übrigens die Kohlensäure mit den im Krater vorhandenen Basen, als Kali, Natron, Kalkerde etc., zahlreiche Salze bildet, bedarf wohl keiner besondern Erwähnung.

Eine andere Säure, welche mit den Fumarolen entweicht, ist entschieden noch die Boraxsäure; sie ist sehr häufig im Krater von Vulcano, wo sie jedoch erst im Jahre 1813 von Dr. Holland bemerkt wurde, und bildet dort grofse Flächen, bedeckt mit kleinen, schimmernden Schuppchen wie mit frisch gefallenem Schnee; sie wurde erkannt durch die Analyse von Stromeyer. Auch im Vesuv hat sie sich seitdem, wenn gleich als eine grofse Seltenheit, unter den Produkten der Fumarolen von 1817 gefunden. Seitdem aber nicht wieder. Es ist anziehend zu sehen, dafs diese Säure in den Entwicklungen warmer Dämpfe mitten im Flözgebirge wiederkehrt, welche an einigen Orten nahe der Küste von Toscana vorkommen, und dort unter den Namen der *Lagoni* oder der *Fumacchie* bekannt sind, unentwickelte Vulkane, welche auf eine sehr genügende Weise das Phänomen der Eruptionen mit jenem der warmen Quellen verbinden.

Aufser den Säuren und den zu ihnen gehörigen Salzen bemerken wir noch unter den Produkten der Fumarolen ganz besonders:

Arsenik ist bis jetzt sowohl am Vesuv, als in der Solfatara, und zwar in letzterer bedeutend häufiger als an ersterem gefunden, auch auf Vulcano kennt man ihn. Er findet sich meist in Verbindung mit dem Schwefel in den zwei bekannten Verbindungsstufen, als Realgar und Auripigment, und von ersterem kennt man schöne, kleine Krystalle aus der Solfatara. In dem Salmiak aus Vulcano fand Stromeyer etwas arse-

nigte Säure beigemengt, wenn gleich in sehr geringer Menge.

Selen ist im Jahre 1824 zuerst von Stromeyer unter den Produkten des Kraters von Vulcano entdeckt worden *), und findet sich dort in Verbindung mit dem Schwefel, dem es eine hoch orangegelbe Farbe mittheilt, von welcher man früher irrig glaubte, dafs sie von Arsenik herrühre. Der Schwefel anderer Vulkane ist bisher noch nicht auf diese Substanz untersucht worden, doch macht schon die Farbe vieler Varietäten desselben es wahrscheinlich, dafs einst auch in ihm noch das Selen sich werde nachweisen lassen.

Unter den metallischen Substanzen nennt Dolomieu noch das Quecksilber und den Spiesglanz; sie sind aber nach ihm nie wieder aufgefunden worden, wie Breislack ausdrücklich erwähnt; es ist daher hier wahrscheinlich ein Irrthum vorgegangen.

Ein Körper, welchen wir hier noch besonders hervorzuheben nicht unterlassen können, ist der Eisenglanz, welcher ganz wie die Produkte von Sublimationen auf Spalten alter Laven, in frischen Höhlungen und Rissen in den Krateren vorkommt, und fast bei keinem bekannten Vulkane zu fehlen scheint (wenigstens die europäischen haben ihn alle, und selbst die erloschenen im südlichen Frankreich, in den Euganeen in Menge). Er bildet in diesem Zustande oft ungemein schöne, glänzende Krystalle, und diefs mufs natürlich sehr auffallen, da dieser Körper, so weit wir wissen, selbst bei sehr hohen Temperaturgraden nicht flüchtig ist. Neuerdings ist indefs durch Mitscherlich **) dieses Räthsel gelöst worden. Man fand nämlich in einem Töpferofen in den Spalten seiner Backsteine Schnüre und Anflüge von schönen Eisenglanz-Krystallen, welche vollkommen den vul-

*) Poggend. Ann. II. S. 410.

**) Poggend. Annal. XV. S. 630.

kanischen gleichen, und es zeigte sich, dafs sie dort durch Einwirkung salzsaurer Dämpfe in Verbindung mit Wasserdampf auf eisenhaltigen Thon gebildet wurden (es entsteht dadurch Chloreisen und Wasser, und das erstere zersetzt sich wieder in der Hitze, indem ein Theil des Chlors zu Chlorwasserstoffsäure wird, und das Eisen als Oxyd in Krystallen zurückbleibt. Alle diese Elemente aber sind in den Krateren dampfender Vulkane vorhanden, und so kommt das Eisenoxyd, das nicht flüchtig ist, an Stellen in Vulkanen vor, wohin es nur in Dampfform gelangen konnte. Mitscherlich äufsert hiebei zugleich die Vermuthung, dafs dieses Eisenoxyd, einer sehr starken Hitze ausgesetzt, etwas von seinem Sauerstoff abgeben und Magneteisenstein werden müsse, und wirklich finden sich denn auch in den Spalten des Vesuv Magneteisenstein-Krystalle zusammen mit den Schuppen von Eisenglanz, welche höchst wahrscheinlich auf diese Weise entstanden sind.

Dieses sind vielleicht mit sehr wenigen Ausnahmen die Substanzen, welche von den Vulkanen im Zustande ihrer schlummernden Wirksamkeit ausgehaucht werden, wenigstens so weit sie durch die bis jetzt noch sehr unzureichenden Untersuchungen bekannt worden sind. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs bei fortgesetzten Arbeiten ihre Zahl noch bedeutend sich mehren werde, um uns eine Einsicht in die Natur der chemischen Processe zu gestatten, welche auf dem Heerde vulkanischer Wirksamkeit fortdauernd vorgehen.

Die bis jetzt hier genannten Stoffe wirken übrigens, ein jeder nach seiner Art, zersetzend und verändernd auf die Oberfläche und die Seitenwände der Kratere ein, und es ist äufserst anziehend und merkwürdig zu sehen, wie sie, lange Zeit ohne gröfseren Paroxysmus, durch diese zersetzenden Wirkungen der von ihnen ausgehauchten Stoffe ein so ganz eigenthümliches Ansehen erhalten. Besonders thätig sind hiebei, wie leicht erklärlich, die

irgend eine Säure enthaltenden Dämpfe, welche, indem sie die umliegenden Steine zernagen, die bizarrsten Zerstörungen (Risse und Spalten, zahnförmig vorspringende, abenteuerlich gestaltete Felsmassen) hervorbringen. Insbesondere greift die Schwefelsäure die an Thonerde reichen Laven an, und bildet damit den in vulkanischen Gegenden in so beträchtlichen Anhäufungen vorkommenden Alaunstein (Solfatara, Tolfa, Vulcano, Ungarn, Mont d'Or); mit der Kalkerde, welche gleichfalls in mehreren vulkanischen Produkten vorkommt, bildet sie, wie schon erwähnt worden, den leicht krystallisirenden aber auch leicht zerstörbaren Gyps, mit dem Eisen- und Kupfergehalt Vitriole; nur die Kieselerde bleibt häufig unangegriffen, und wenn die leicht löslichen Thon- und Kalkerde-Salze weggewaschen werden, so entsteht dadurch ein meist aus Kieselmasse gebildetes, lockeres, schwammiges Gestein, welches die Dämpfe nun von allen Seiten leicht durchdringen und durch stetes Nagen an seinem Zusammenhange endlich in leicht zerfallende Staub- oder Sandmasse umändern können. Oft aber widersteht auch die Kieselerde selbst der Zerstörung nicht; denn theils ist sie selbst in geringem Grade im warmen Wasser löslich, theils verbindet sich das in so vielen vulkanischen Gesteinen vorhandene Kali oder Natron mit den stark erhitzten Wasserdämpfen, und so wird dann die Kieselerde aufgelöst und die dadurch gebildete Kieselfeuchtigkeit bildet Ueberzüge, sintert in Spalten zusammen; es ist daher nichts gewöhnlicher, als in den Umgebungen der Fumarolen und da wo warme Dämpfe eine Zeit lang durchgestrichen sind, traubige Ueberzüge, stalaktitähnliche Zapfen, Adern und drusenähnliche Räume von sogenanntem Kieselsinter, Halbopalen, Chalcedonen u. dgl. zu finden, welche die umgebenden zerfressenen Gesteine oft auf's Verworrenste verkitten. Besonders reich ist an solchen Produktionen Island, wo bekanntlich auch die Menge der entweichenden heifsen

Wasserdämpfe ganz ungemein grofs ist; die schönen Opale von Mexiko, der edle Opal aus Ungarn, der Hyalith aus der Gegend von Frankfurt sind entschieden auf diese Weise entstanden. Recht sehr ausgezeichnet gehen diese Bildungen auch auf Lipari fast noch unter unsern Augen vor, und die Fumarolen der Inseln Ischia und Pantellaria, die der Solfatara zeigen alle ganz entschiedene Spuren solcher Bildung.

Eine merkwürdig verändernde Wirkung, welche die Dämpfe nächst dem Zerfressen und Zerstören auf die Gesteine ausüben, ist das Entfärben oder Bleichen derselben, worin, so allgemein dasselbe auch vorkommt, doch immer noch etwas Räthselhaftes bleibt. Das färbende Princip der meisten Laven, der Schlacken und des Sandes liegt wohl in einem reichlichen Eisengehalt, und nur in seltneren Fällen wohl in dem Kohlenstoff der bituminösen Substanz, welche man in vulkanischen Gläsern, in Obsidian, Pechstein gefunden hat. Beide werden von den, das Innerste der Gesteine durchdringenden, Dämpfen, besonders leicht angegriffen, das Eisen oxydirt sich, bildet Verbindungen farbloser oder leicht auflöslicher Salze, welche allmälig ausgelaugt oder vom Wasser fortgeführt werden; eben so auch oxydirt sich der Kohlenstoff und entweicht gasförmig als Kohlensäure. Es ist daher ganz etwas Gewöhnliches an solchen Orten, wo Fumarolen hervortreten, alles Gestein ringsumher von kreideweifser Farbe zu finden; höchst merkwürdig ist dabei die Wahrnehmung von dem tiefen Eindringen der Dämpfe in das Innere der festen Gesteine, ohne dafs in dem Zusammenhalt derselben eine merkbare Auflockerung stattfindet.

Kein Ort in Europa mag in dieser Beziehung interessanter seyn, als das seit Jahrtausenden von Dämpfen durchzogene Innere der Solfatara, welche schon von den Alten nach ihrer weifsen Farbe *Campi leucogaei* genannt wurde. Dort trifft nur ein glänzendes

Weifs

Weifs das Auge, und man kann bei dem Anschlagen der umherliegenden Lavablöcke die bleichende Wirkung der Dämpfe, so wie die Veränderungen bis zu einer erdigen Konsistenz, durch alle Stadien ihres Fortschreitens verfolgen, wie auch Breislack vortrefflich beschrieben hat. Eine ganz auffallend starke Bleichung hat ferner in der Umgegend von Neapel der Epomeo auf Ischia erlitten, dessen schneeweifse Spitzen schon von fernher in die Augen fallen. Ein sehr auffallendes Beispiel dieser Art führt L. v. Buch am Vesuv an, bei frischer Lava von 1794, welche unmittelbar in der Nähe des Kraters von den Wirkungen der Dämpfe ganz weifs gebleicht, in geringer Entfernung davon so wie ursprünglich überall schwarz war. Ungemein schön zeigt sich dieselbe Erscheinung an der Westseite von Lipari, wo an der Basis des alten Vulkans Monte di St. Angelo heifse Dämpfe austreten, und die schwarze, basaltähnliche Lava in eine der Kreide in ihrem äufseren Ansehen ähnliche, weifse, groberdige Masse verwandeln. — Entfärbte und in erdige Gesteine umgewandelte, vulkanische Gläser sah A. v. Humboldt sehr schön an den Wänden von dem Krater des Pic von Teneriffa, welche ursprünglich aus dunkelfarbigem, glänzendem Obsidian gebildet waren; an der Oberfläche war jetzt Alles schneeweifs, und nur wenn man stärkere der umherliegenden Stücke zerbrach, sah man im Innern noch zuweilen den dunkeln Obsidiankern. Etwas Aehnliches sieht man an Obsidian-Stücken in dem prächtigen Krater von Vulcano. Diese Beispiele von Durchdringung und Veränderung mitten im festen Gestein sind übrigens, als Beweise gleicher Vorgänge in älteren Epochen der Erdbildung, für das Vorkommen der Metall-Imprägnation, angegriffener Krystalle mitten in wenig veränderten Porphyren von ganz besonderer Bedeutung, und in vielen Gegenden, welche in älteren Zeiten Einwirkungen von Vulkanen erlitten haben, können wir gegenwärtig, durch solche Beispiele geleitet, die Wege noch

sehr gut wahrnehmen, welche die Entweichungen saurer Dämpfe genommen haben.

Ausbruchs-Erscheinungen im Zustande der ungewöhnlichen Thätigkeit der Vulkane (bei Paroxysmen oder Explosionen).

Während im gewöhnlichen Zustande die Vulkane als ruhige Ableiter der im Innern der Erde vorgehenden chemischen Processe, als Rauchfänge über dem allgemeinen vulkanischen Heerde dienen, deren Eruptionen nur gasförmigen Stoffen den Weg bahnen, ändert sich dagegen die Physiognomie des Ganzen, sobald irgend eine uns unbekannte Ursache die Thätigkeit im Innern plötzlich zu einer gröfseren Heftigkeit aufregt. Wenn die Massen im Innern schnell gewaltiger aufsieden, sich blähen und durch die Oeffnungen der Erdkruste in die Höhe treten, wenn die Masse der dabei entwickelten Dämpfe zu grofs wird, als dafs die bisherigen Kanäle sie fassen können, dann treten gewaltsame und zerstörende Ereignisse ein, welche wir gewöhnlich Eruptionen im engern Sinne zu nennen pflegen, und diese Paroxysmen der erregten Naturkräfte sind es eigentlich, deren Erscheinungen wir hier einer besonderen Schilderung unterwerfen wollen.

So viel Eigenthümliches nach ihrer Lage auf der Oberfläche, nach der Form und Länge ihrer Zuführungs-Kanäle, nach der Beschaffenheit der durchbrochenen Gebirgsarten und nach der verschiedenen Energie oder Richtung der wirkenden Kräfte auch ein jedes Auftreten solcher vulkanischen Paroxysmen besitzen mufs, und so wenig wir auch oft die Einzelnheiten derselben an einem und demselben Berge füglich mit einander vergleichen können, wie L. v. Buch sehr schön am Vesuv nachgewiesen hat, so zeigt sich doch, wenn wir einen vergleichenden Blick auf die Geschichte der bekannten bedeutenderen Eruptionen werfen, in ihnen allen eine Reihe

von gemeinsamen Vorgängen, und wir sind im Stande, gewisse Haupt-Ereignisse an allen zu unterscheiden, welche stets wiederkehren, und daher eine nothwendige Folge der bei allen ähnlich wirkenden, gemeinsamen Ursache seyn müssen. Das grofse und scheinbar so verwickelte Phänomen der Eruptionen läfst sich füglich in gewisse Hauptmomente eintheilen, welche wir als den gesetzmäfsigen Verlauf des Paroxysmus oder der Krisis ansehen mögen, die sich aus diesen Betrachtungen von selber ergeben, ohne streng systematische Abscheidung.

Alle gröfseren Eruptionen und alle Reihen derselben beginnen in der Geschichte der die Vulkane umgebenden Gegenden gewöhnlich mit mehr oder minder heftigen Schwankungen des Bodens, deren Mittelpunkt der Vulkan selbst äufserst deutlich zu seyn pflegt, dessen Ausbruch bevorsteht. L. v. Buch hat davon eine sehr anziehende Schilderung in Beziehung auf die Vorgänge in den Umgebungen des Vesuv gegeben, und es tritt diefs besonders in den ältesten Nachrichten hervor, welche wir über die erste, historisch bekannte Eruption dieses Berges besitzen.

Als der Vesuv im Jahre 79 n. Chr. G. jene weltberühmte Explosion machte, welche Pompeji und Herculanum zerstörte, und von welcher die Asche nach den Zeugnissen gleichzeitiger Schriftsteller bis Rom, ja bis Afrika und nach Syrien soll geflogen seyn (nach Dio Cassius), da war alle Kunde, dafs dieser Berg jemals früher eine Explosion gehabt hätte, bei den anwohnenden Völkern völlig verloren gegangen, ja wir besitzen darüber ein sehr vollgültiges Zeugnifs des Strabo (Lib. V.), welcher kurz zuvor lebte, und in seinen Beschreibungen jener Gegend mit klaren Worten vom Vesuv sagt:

„Ueber Herculanum erhebt sich der Vesuv, ein Berg, „welcher von fruchtbaren Ländereien umgeben wird, „mit Ausschlufs seines Gipfels, welcher zum grofsen

„Theile eben ist. Er ist ganz unfruchtbar, von asch„grauer Farbe und hat viele Höhlungen, voll von Ris„sen und von Steinen, welche dunkel gefärbt sind, „gerade so wie diejenigen, welche der Wirkung des „Feuers ausgesetzt gewesen sind. Man kann daher als „wahrscheinlich annehmen, dafs es an diesen Orten „einst gebrannt habe, dafs an ihnen einst vulkanische „Mündungen (Feuerschlünde) bestanden, welche erlo„schen, als das Material verzehrt war."

Diese Beschreibung macht die Betrachtung der uns überlieferten Vorgänge, welche der erstbekannten Explosion vorhergingen, ganz besonders merkwürdig. Sie waren von der Art, wie sie noch heute zu seyn pflegen, nur im Verhältnifs der ihnen nachfolgenden Kraftäufserung. — Bevor jener Ausbruch erschienen war, ist Campanien, nach dem Zeugnisse der Schriftsteller, zwar häufigen Erdbeben ausgesetzt gewesen, doch waren diefs stets nur vorübergehende, leichte Schwankungen; Plinius und Seneca vergleichen sie den Gewittern, und sagen von ihnen, sie erschienen häufig und furchterregend, aber unschädlich. Doch schon 16 Jahre vor dem Ereignifs trat auch in dieser Beziehung eine schreckliche Aenderung ein. Im Jahre 63 n. Chr. G. ging eine unerhört heftige Erschütterung durch das Land, und in den Umgebungen des Vesuv war sie von ganz besonderer Bedeutung; die damalige Seestadt Pompeji sank fast ganz in den Boden, Herculanum wurde zerstört, und auch Neapel und Nocera litten beträchtlich. Es war gleichsam, als habe die Kraft, welche im Innern des Berges aufwallte, erst eine Schranke durchbrechen müssen, bevor sie zur Erlangung der Freiheit durch die Zersprengung der Massen kommen konnte, welche den Zuführungskanal zu dem Krater verstopften. Man fürchtete indefs damals den nahen Berg noch nicht, und täuschte sich über die Ursache dieser konvulsivischen Erscheinung; denn später waren starke Erdstöfse stets nur Vorboten

mehr oder minder bedeutender Ausbrüche. Man bauete daher auch Pompeji von Neuem wieder auf, und wir sehen jetzt in der wieder aufgegrabenen Stadt, dafs man eben noch mit Wiederaufrichtung und Ausbesserung älterer Bauwerke beschäftigt war, als das Schicksal sie unwiederbringlich ereilte. Auch Herculanum entstand prächtiger aus den Trümmern wieder. Allein die auf der vulkanischen Werkstätte thätig gewordene Masse verfolgte unaufhörlich drängend, ungeahnet von den arglosen Anwohnern, den einmal im Innern der Erdkruste aufgebrochenen Weg. Wenige Tage vor dem Ausbruche begannen die Schwankungen des Bodens wieder, und noch in der Nacht auf den 24. August, welche dem Ausbruche vorherging, erfolgte ein sehr heftiger Stofs, welcher selbst zu Misenum Alles durcheinander zu rütteln schien und den elastischen Mächten den Weg zur Oberfläche bahnte; denn sehr bald nach ihm erschien jene ungeheure, drohende Aschenwolke über dem Berge, welche ihren Inhalt über Pompeji, Herculanum und deren reich angebaute Umgebungen herabschüttete.

Ganz ähnlich war der Verlauf der Erscheinungen auch bei allen späteren, einigermafsen bedeutenden Explosionen dieses Berges; als am 15. Juni 1794 einer der heftigsten Ausbrüche statt fand, welche der Vulkan seit den ersten Zeiten gehabt hat (der, welcher Torre del Greco zerstörte), zeigte sich drei Tage vorher in der Nacht ein sehr starkes Erdbeben. Der Boden in der ganzen Ebene Campaniens schwankte, wie L. v. Buch sich ausdrückt, wie flüssige Wellen von Morgen nach Abend, und selbst noch zu Neapel waren die Erschütterungen so fürchterlich, dafs das Volk diese Nacht angstvoll im Freien zubrachte, in Erwartung die Stadt einstürzen zu sehen. Als man indefs am Morgen den Vesuv in gewohnter Ruhe erblickte, fing man an zu glauben es sey diefs Erdbeben nur die Fortpflanzung eines Stofses aus entfernteren Gegenden des Reiches (Calabrien)

gewesen, doch nach wenigen Tagen schon zeigte sich die Täuschung. — Von Neuem in der Nacht erbebte die Erde, kein wellenförmiges Schwanken, sondern ein kurzer, unregelmäſsiger Stoſs zerriſs die Gebäude, warf Alles in ihnen durcheinander, und auf einmal, fast gleichzeitig, erhellten rothe Flammen den Nachthimmel, der Vulkan war aufgebrochen und begann nach kaum zweijähriger Ruhe wieder auszuwerfen. Bei allen solchen Erschütterungen, welche gröſseren Explosionen vorhergingen, konnte man übrigens sehr gut wahrnehmen, daſs der feuerspeiende Berg wirklich ihren Mittelpunkt bildete; sie wirkten immer nach allen Seiten gleichartig, wo nicht die Beschaffenheit des Bodens, das Aufsteigen der benachbarten Apenninen-Kette Hindernisse in den Weg legte, und ihre Stärke nahm regelmäſsig ab mit der Entfernung von der bewegenden Ursache. So empfanden um den Vesuv Nocera, Salerno, Capua, Benevent niemals so verderbliche Stöſse, als Neapel oder gar Portici oder Torre del Greco. An den erstgenannten Orten waren die Erschütterungen nur aufschreckend. Wie entschieden aber sie durch Fortpflanzung vom Vesuv aus erzeugt wurden, das sah man während des Ausbruches von 1794 sehr deutlich zu Neapel; denn als am Vesuv sich die zuerst aus der durchbrochenen Oeffnung hervortretende Lava mit heftigem Getöse an dem Abhange des Berges herabwälzte, zitterten in Neapel alle Gebäude, die Fenster klirrten, die Thüren sprangen auf, und die Glocken hörten nicht auf fortwährend von selbst anzuschlagen. Hier war also die Gewalt der aus dem Berge entweichenden Materie es allein, welche den Boden rings umher erbeben machte.

Aehnlich wie wir dieſs am Vesuv bemerkten, hat auch jeder andere Vulkan seinen Erschütterungskreis, welchen er als Vorbote seiner Ausbrüche in Schwankungen zu versetzen pflegt, und nur hin und wieder kennt man Ausnahmen, bei welchen dieser Vorbote ganz oder

fast ganz fehlt *). Doch es giebt auch noch andere Kennzeichen, welche, nach allgemeinem Glauben, das Herannahen solcher Ereignisse verkünden, wenn gleich sie minder regelmäfsig und ausgezeichnet hervortreten.

Hieher gehört das so oft erwähnte Zurücktreten des Meeres und eine damit verbundene innere Aufregung desselben, welches wir u. a. ganz besonders häufig, mehr oder minder schnell und stark eintretend bei den Explosionen des Vesuv erwähnt finden. Schon Plinius beschreibt dieses Phänomen sehr malerisch bei dem Ausbruche des Vesuv vom Jahre 79 n. Chr. G. mit folgenden Worten:

Mare in se resorberi et tremore terrae quasi repelli videbamus. Certe processerat litus, multaque animalia maris in siccis areis detinebat.

Später bemerkte das Gleiche Hamilton 1775; das Meer bäumte sich dabei, als ob es durch heftige Stürme bewegt wäre, und sein Zurücktreten von der Küste erfolgte so schnell, dafs man hätte glauben sollen, es sey von Klüften am Fufse des Berges, welche mit den Höhlen in seinem Innern in Verbindung ständen, verschluckt worden. L. v. Buch bemerkt u. a., dafs, als im August 1804 der Vesuv einen starken Ausbruch machte, die Fischer in der Gegend von Torre del Greco schon am 31. Juli bemerkten, dafs das Meer sich von den Küsten entfernte, und vor den Ausbrüchen, welche im December 1813 am Vesuv statt fanden, bemerkte Monticelli, dafs schon im Monat Mai und später im Junius sich einigemale das Meer mit grofser Schnelligkeit 15 bis 20 Schritt von dem Ufer entfernte, während es seit geraumer Zeit dort vorher allmälig gestiegen war.

Dafs diese Schwankungen des Meeres nur Folge der

*) So am Vesuv 1737; auch der Ausbruch von 1804 hatte nur sehr unbedeutende Vorboten.

den Eruptionen vorhergehenden Erzitterungen des Bodens seyen, ist in hohem Grade wahrscheinlich, auch vertheidigten diese Ansicht zwei der aufmerksamsten Beobter des Vesuv, nämlich Breislack und L. v. Buch, und namentlich verglich der Letztere das Zurücktreten des Meeres mit den ähnlichen Erscheinungen, welche während des Erdbebens von Calabrien zu Scilla, oder im Tajo zu Lissabon statt fanden. Auch der ältere Beschreiber des Vesuv, della Torre, ist dieser Meinung, indem er das Meer in diesen Fällen sehr passend mit dem Wasser in einer bewegten Schüssel verglich. Nichtsdestoweniger ist häufig und von nicht unbedeutenden Naturforschern, wie Spallanzani und De Luc, die Ansicht aufgestellt worden, daſs dieses Phänomen ein ganz offenbarer Beweis ven dem Zusammenhange des vulkanischen Heerdes mit dem Meere sey; denn man meint, daſs der Berg kurz vor Ausbrüchen das Meerwasser mit Heftigkeit einsauge. Wiewohl dieſs nun zwar wohl seyn kann, so ist es nicht wahrscheinlich, daſs eine solche auch noch so bedeutende Einsaugung das Niveau des Meeres nur im geringsten merklich verändern würde, denn die Wassermasse ist zu groſs gegen den unbedeutenden Kegel des Vulkanes, und wenn auch die ganze Basis desselben eine Höhle wäre. Schwankungen aber, wie die vorerwähnten, könnten nur stattfinden, wenn plötzlich weite Oeffnungen von Höhlen einstürzten, doch dafür spricht keine einzige bekannte Thatsache. Ein ganz allmäliges und dauerndes Zurückziehen des Meeres endlich, wie man es bemerkt haben will, kann ganz füglich, wie auch L. v. Buch schon erwähnt, die Folge von Erhebung oder allmäliger Auftreibung des Bodens durch die auf sein Inneres einwirkenden, elastischen Mächte seyn.

Denn daſs schon lange vor dem Ausbruche heftiger Explosionen leise Bewegungen in den innersten Eingeweiden des Vulkanes vorfallen, ist nicht nur an sich

durch die Vorbereitungen zu einem so grofsartigen Thätigkeits-Procefs äufserst wahrscheinlich, sondern es sprechen dafür noch andere Erscheinungen. Namentlich gehört hieher wohl das so oft erwähnte Sinken, Verschwächen und zuweilen wohl gänzliche Versiegen der Quellen, auf welches man namentlich, als auf ein sicheres Zeichen bevorstehender Eruptionen, am Vesuv grofsen Werth legt. Monticelli hat in neuesten Zeiten ganz besonders wieder auf dasselbe aufmerksam gemacht, und nennt es ein sehr häufiges und sicheres Vorzeichen. In der That wird es zugleich auch durch eine grofse Zahl von Angaben bestätigt.

So bemerkte es unter andern der Duca della Torre 1804, zwölf Tage vor dem oft erwähnten Ausbruche. Monticelli selbst sah das Sinken der Quellen sehr regelmäfsig im Jahre 1830 vor sich gehen; schon im Monat Mai änderte sich auffallend der Stand der Brunnen zu Torre del Greco und Resina, und am letztern Orte waren die Quellen um 15 Palmen (etwa 10 Fufs) gesunken, ohnerachtet oft heftige Regengüsse gefallen waren. Das Abnehmen dauerte langsam fort bis zum Oktober, und von da ab stiegen die Quellen sogar wieder ein klein wenig, die Haupt-Eruption aber erfolgte erst im December. Auch in den Jahren 1821—1822, bei der letzten grofsen Eruption des Vesuv, sind analoge Erscheinungen von Monticelli und Covelli bemerkt worden. Es hatte am Ende des Jahres 1821 sehr stark geregnet, und dennoch nahmen die Quellen zu Resina am Anfange des Januar 1822 fortwährend ab; man schlofs schon damals auf die Nähe eines bedeutenden Ausbruches, und wirklich begannen am 7. Januar ansehnliche Bewegungen im Berge. Auch auf Sicilien sind ähnliche Erscheinungen 23 Tage vor dem grofsen Erdbeben in Calabrien bemerkt worden. Gleiches bemerkt A. v. Humboldt vom Pic von Teneriffa. Wir wissen es von den Vulkanen auf Island, namentlich von dem furchtbaren

Ausbruche des Scaptar Joekul 1783. Mit Sicherheit diese Erscheinung erklären zu wollen hat wohl einige Schwierigkeiten; es schien mir auf den ersten Blick, als könne sie wohl eine Folge von der durch das Rütteln an den Abhängen des Berges bewirkten Erweiterung und sonstigen Veränderung in den Verbindungen der Klüfte seyn, durch welche die Quellen hervortreten; indeſs scheint die groſse Regelmäſsigkeit und Dauer des Phänomens dieser Ansicht nicht günstig. Es ist daher durchaus nicht unwahrscheinlich, daſs, wie Monticelli glaubt, dieses Sinken der Quellen wirklich ein anhaltender Einsaugungs-Proceſs sey, welchen die im Innern des Berges befindlichen Höhlen bewirken. Wenn nämlich die Thätigkeit des Vulkanes sich innerlich zu vermehren anfängt, so muſs nothwendig die Temperatur sich erhöhen und die in den Höhlen befindliche Luft durch Erwärmung verdünnt werden.

Auf ein anderes Vorzeichen herannahender Eruptionen hat L. v. Buch aufmerksam gemacht, nämlich auf die verminderte Tiefe des Kraters. In einer sehr anziehenden Schilderung von den Zuständen desselben zu verschiedenen Zeiten am Vesuv, hat er es auf eine sehr befriedigende Weise erwiesen, daſs unmittelbar nach bedeutenderen Ausbrüchen der Krater sich durch eine ansehnliche Tiefe seines Bodens unter den Rändern auszeichnete. Es ist dieſs auch den Umständen gemäſs, da nach solchen Ereignissen die Gewalt der aus dem Krater hervorbrechenden Dampfmassen die in ihm aufgehäuften Materialien herausgeworfen hat, und da die zuletzt emporgehobene Lavamasse, welche nicht mehr ausgetrieben werden kann, sich zurücksinkend in den Höhlen im Innersten des Berges verliert. Nachdem dieser Zustand eine Zeit lang gedauert hat, beginnt wohl der Boden des Kraters durch den herabrollenden Schutt seiner zusammensinkenden Wände sich anzufüllen, und ein lockeres, tönendes Gerölle schüttet sich auf über dem Abgrunde; so bildet sich

dann eine von sanften Abhängen umgebene, vertiefte Ebene, und eine solche Beschaffenheit hatte der Vesuv-Krater u. a., den Beschreibungen zufolge, im Anfange des 17ten Jahrhunderts, da er schon mehr als ein Jahrhundert geruht hatte; damals war der Boden desselben mit Holz bewachsen, und die Anwohner besuchten sein Inneres auf Fuſswegen mit Eseln, um Buschwerk zu holen, bis die heftige Explosion von 1631 diesem Zustande ein Ende machte. So sind auch die Kratere aller erloschenen Vulkane gestaltet. Sobald aber Explosionen sich vorbereiten, muſs dieſs Verhältniſs zerstört werden. Die aus dem Innern empordrängenden Kräfte werden den Boden des Kraters zerreiſsen, ihn in die Höhe treiben, und je näher er dann sich zu seinen vormaligen Rändern emporhebt, desto näher wird die bevorstehende Eruption seyn. So sind die Vorstellungen L. v. Buch's, welcher den Grundsatz ausspricht:

„es werde die Entfernung des Bodens
„im Krater von seinem Rande das Maaſs
„seyn, um die Wahrscheinlichkeit der
„Nähe einer Eruption zu bestimmen*)."

In vielen Fällen jedoch, nachdem der Krater geleert ist, beginnt er nach einiger Zeit wieder sich an seinem Boden durch das Hervortreiben neuer Lava- und Steinmassen allmälig auszufüllen. Es bildet sich in der Mitte seines Abgrundes ein Schlackenkegel; an der Basis desselben tritt Lava aus und ergieſst sich im Innern, den Boden immer mehr und mehr ausfüllend. So überdeckt immer eine neue Lavaergieſsung, ein neuer Schlackenauswurf den andern, bis die Höhlung endlich ganz ausgefüllt wird. Der sich auf dem neuen Lavaboden erhebende Schlackenkegel ragt zuerst über die alten Kraterränder hervor, der neue Lavaboden selbst, wenn er die niedrigsten Stellen dieser Ränder erreicht hat, bildet von

*) Beobacht. II. p. 118—124.

denselben aus eine gleichförmige Ebene, ja er erhebt sich wohl selbst in Gewölbform. Bei stärkeren Ergiefsungen fliefst die Lava über und an den äufseren Abhängen des Berges herab, so lange bis eine heftige Explosion allen im Innern befindlichen Widerstand überwindet, die ganze im Krater seit Jahren angehäufte Lavamasse herauswirft, und nachher wieder die Erneuerung des alten Spieles der Wiederausfüllung veranlafst.

Diefs ist im Wesentlichen ganz insbesondere die Geschichte des Vesuv-Kraters in den letzten zehn Jahren gewesen, und ich selbst habe einen Theil derselben durch eigne Erfahrung kennen zu lernen Gelegenheit gehabt. Als nämlich der Vesuv im Jahre 1822 seine letzte grofse Explosion hatte, ward sein Krater in eine grofse, leere Höhlung verwandelt. Babbage, welcher damals seine Tiefe mafs, fand dieselbe 880 paris. Fufs unter dem höchsten Punkte und 430,6 Fufs unter dem niedrigsten seines Randes. So blieb das Verhältnifs bis zum März 1827, da begann es wieder auf dem Boden der leeren Höhle sich zu regen; es entstand eine Oeffnung, die fortwährend Schlacken auswarf, um sie her ward ein Kegel gebildet, und es begannen im Jahre 1828 zuerst Lava-Ergiefsungen im Innern des Kessels. Diese dauerten fort und erhöhten sichtbar den Boden desselben, so dafs ich im August 1830 die gemessene gröfste Tiefe unter dem Rande nur noch zu 600 Fufs, die kleinste zu 150 Fufs, d. h. um etwa 280 Fufs vermindert fand. Diefs Verhältnifs der Ausfüllung einer im oberen Durchmesser nahe an 1800 Fufs betragenden Höhlung dauerte fort bis zum September 1831. Da begann der kleine Schlackenkegel über die Ränder des alten Kraters sich zu heben und von Neapel aus sichtbar zu werden. Bald darauf flofs auch die Lava über die Ränder, und bildete an den Abhängen des Berges ausgezeichnete Ströme, die bald aufhörten und bald wieder sichtbar wurden, und diefs war im Wesentlichen der Zustand des Berges bis

zum August des Jahres 1834, wo nach heftigen Erschütterungen der obere Theil desselben eine ganz veränderte Gestalt erhielt. Der oberste kleine Kegel des Berges, welcher im Jahre 1828 emporstieg, sank unter fürchterlichem Getöse ein, und an dessen Stelle bildeten sich zwei Schlünde von unabsehbarer Tiefe, die nur durch einen schmalen Damm getrennt wurden.

So ist nach Hamilton's Darstellung auch der Zustand des Kraters vor dem grofsen Ausbruche von 1794 gewesen; schon 1766 bildete das Innere des Kraters eine Ebene am Gipfel, die erst 1794 ganz verschwand. Aehnlich auch war es vor dem Jahre 1822, nach der Eruption von 1810, und ganz analoge, nur nicht so vollständige Darstellungen ergeben sich aus der Geschichte des Aetna-Kraters nach Ricupero und später nach Scrope *).

Während in den Umgebungen des Vulkanes die eben erwähnten Erscheinungen gröfserer Aufregung im Innern sich zeigen, sehen wir auch bald an ihm selbst nun die Zeichen gesteigerter Thätigkeit auf dem Heerde seiner Wirkungen auftreten. Immer mehr und mehr wird die Rauchsäule verstärkt, die aus den Fumarolen des Kraters zusammenflofs. Der Boden desselben erhält immer stärkere und zahlreichere Risse, und mit den gewaltsam daraus hervorbrechenden Dampfwolken sieht man unzusammenhängende Massen festerer Substanzen herauswerfen. Das Austreiben derselben geschieht stofsweise. Glühende Steinklumpen von verschiedener Gröfse und Gewicht werden mit prasselndem Geräusch oft in Absätzen von wenigen Sekunden wiederholt in die Höhe geschleudert, und senkrecht austretend zertheilen sie sich garbenförmig in der Luft, wie Raketenbüschel; nur theilweise in den Krater zurückfallend rollen die andern mit Gepolter an den Abhängen des Berges hinunter.

*) *Considerat. p.* 162.

Fortwährend hört man dabei im Innern des Berges ein heftiges Krachen; ein brausendes Geräusch wird von einzelnen Detonationen wie von Kanonenschlägen unterbrochen, welche den Explosionen entzündlicher Gasarten gleichen, und die Häufigkeit und Stärke der Steinwürfe, wie die Heftigkeit, mit welcher sich die Rauchwolken aus dem Innern des Berges hervorwälzen, nimmt fortwährend, oft mit reifsender Schnelligkeit, zu. Der Dampf, welcher mit ihnen aufsteigt, hat nun bald die beim ruhigen Zustande des Berges gewöhnliche, weifslichgraue Farbe nicht mehr, er wird schwarz von dem Staube, welchen er mit sich heraufreifst, und vielleicht auch von brennlichen Stoffen (Erdöldämpfen). Die Steine, welche der Hauptmasse nach glühend herausgeschleudert werden, bilden in der dunkelfarbigen Wolke feurige Strahlenbüschel, die niederfallend auf dem Boden wie ein Feuerregen mit unzähligen Funken zerplatzen. Der Wiederschein der glühend-flüssigen Lava aus dem Innern des Kraters herauf wirft durch die erweiterten Oeffnungen bald sein Licht in die Wolke, und er giebt ihr zur Nachtzeit, nach Hamilton's trefflichem Gleichnisse, das furchtbar schöne Ansehen einer Gewitterwolke im Abendroth. Lernen wir indefs jetzt zunächst nur die Stoffe näher kennen, welche bei dieser Veranlassung von den Vulkanen herausgetrieben werden.

Bei weitem der gröfste Theil der Auswürflinge besteht aus Schlacken, oder aus losgerissenen Massen der flüssigen Lava, die schon im Innern des Berges aufsiedet, und auf deren Bewegungen wir später zurückkommen werden; sie werden häufig völlig geschmolzen (glühend-flüssig) in die Höhe geworfen, und sie ballen sich in der Luft dann zu mehr oder minder kugelähnlichen Gestalten, die beim Fallen am untern Ende verrundet, am obern aber langgezogen die birnförmige Tropfengestalt annehmen. Man nennt sie am Vesuv gewöhnlich vulkanische Bomben oder Thränen. Sie sind

beim Niederfallen sehr oft noch so weich, dafs sie sich sich platt drücken oder Eindrücke von der Bodenfläche annehmen, ja es ist ganz bekannt, dafs man Münzen und allerlei Gegenstände in sie eindrückt und an die Reisenden verkauft. Nach dem Erkalten sieht man oft, dafs sie eine koncentrisch-schaalige Struktur haben, und diefs hat sein Interesse wegen der Analogie mit manchen eben so gebildeten Dioriten und Basalten, welche mit der Benennung von Kugeltrappen belegt werden. Die Gröfse dieser Bomben ist gewöhnlich gering, und zwar besonders je regelmäfsiger sie gebildet erscheinen, meist nufsgrofs bis faustgrofs, doch zuweilen haben sie am Vesuv schon über einen Fufs im Durchmesser und mögen 50 bis 60 Pfund wiegen; sie fliegen dann mit einem pfeifenden Geräusch an dem Beobachter vorüber, und zerspringen häufig beim Niederfallen mit Heftigkeit, wenn sie in der Luft bereits hinlänglich erkaltet waren. Bei meiner ersten Besteigung des Aetna fand ich in bedeutender Entfernung von dem Krater einen sehr schön symmetrisch gestalteten Tropfen von reichlich 6 Fufs Länge beim Aufprallen in mehrere Stücke zerschlagen.

Sind diese ausgeworfenen Schlacken übrigens nicht mehr so flüssig, dafs sie frei in der Luft schwebend zur Tropfenform gelangen, sondern nur noch zähe und etwas weich durch die Hitze, so werden sie durch den Widerstand der Luft und durch die Dämpfe, welche aus ihnen selbst beim Erkalten entweichen, nur aufgebläht und verzerrt, und indem sie noch durch die Luft fliegen, zerreifsen und verschieben sie sich und nehmen allerlei wunderliche, verzerrte Figuren an. Sie sehen oft aus wie gedrehte Taue, Baumstämme, Eiszapfen, und in diesen Formen sieht man sie häufig auf der Oberfläche der Vulkane umherliegen.

Diejenigen Schlackenstücke, welche verhärtet in den Krater wieder zurückfallen, werden wohl oft, noch ehe sie den Boden erreichen, von den ihnen entgegenkom-

menden Stöfsen hervorschiefsender Schlackenmassen auf's Neue wieder in die Höhe gerissen. Hin- und hergestofsen müssen sie sich an einander abreiben, zerbrechen und zu kleinen, eckigen Schlackenstückchen zerspringen, welche die Vulkane in diesem Zustande in ungeheurer Menge auswerfen, und die man nach einer in der Gegend von Neapel üblichen Benennung mit dem auch in der Wissenschaft eingeführten Namen *Lapilli* oder *Rapilli* zu belegen pflegt. Aus diesem gröblich zerkleinerten Zustande in den einer staubartigen Zermalmung übergehend, erzeugt sich der Sand oder die sogenannte Asche, deren so häufig bei Eruptionen Erwähnung geschieht, und von welcher in der That diefs der wahre Begriff ist.

Man pflegt gewöhnlich bei den Vulkanen den Sand von der Asche zu unterscheiden, und begreift unter dem ersteren Namen dann eine Anhäufung von schwereren schwarzen, glänzenden Körnern, welche aus Brocken (Bruchstücken) von kleinen Krystallen basaltischer Laven (besonders aus Magneteisen, Augit, Olivin) bestehen. Die Asche dagegen ist aus kaum noch erkennbaren, feinen Stäubchen zusammengesetzt, und ihrer feineren Zertheilung wegen stets von lichteren, weifsen, röthlichen und braungrauen Farben, und sie gleicht äufserlich in der That der Holzasche; sie besteht indefs, wie die mikroskopischen Untersuchungen von Cordier lehren, aus den auf's Feinste zerkleinerten Theilchen der Lava. Da sich übrigens diese Asche bei Eruptionen in so unermefslicher Menge einstellt, dafs sie mehrere Tage lang ununterbrochen aus dem Krater hervorschiefst, und die Atmosphäre in den Umgebungen weithin zu verdunkeln im Stande ist, so hat man mit Recht wohl gezweifelt, ob alle Asche durch die Zerkleinerung beim Abreiben der Auswürflinge erzeugt werde. Menard de la Groye*), wel-

*) *Journ. de Phys. T. LXXX. p.* 400.

welcher diesen Gegenstand genauer untersuchte, hat zuerst die sehr wahrscheinliche Meinung vorgetragen, diese Asche entstehe dadurch, dafs eine in flüssiger Form befindliche Lava plötzlich von einer lebhaften Gas- oder Dampf-Entwicklung überfallen werde, welche sie in Schaum zerstiebend herausspritzt; auch Breislack hält diese Ansicht für sehr wahrscheinlich, und L. v. Buch deutet gleichfalls auf die verkleinernde Wirkung der Dämpfe im Innern, indem er sagt:

„Die Asche fällt unaufhörlich zu Boden, an Zartheit „dem feinsten Mehle vergleichbar, in Meilen-Entfernung. „So sehr hat die Kraft, welche den innern Kern des „Vesuv aus dem grofsen Krater hervorschleudert, ihn „aneinander zu reiben und zu zermalmen gewufst."

Ein in die Augen fallendes Beispiel solcher vulkanischen Schaummasse ist unstreitig der Bimsstein, dessen Innerstes ganz von feinen Bläschen durchdrungen wird, und welcher daher zu so endloser, inniger Zerkleinerung den vollkommensten Uebergang bildet.

Aufser diesen ganz eignen Produkten des Vulkanes, welche die Hauptmasse der von ihm lose ausgeworfenen Substanzen bilden, giebt es noch eine andere Art von Auswürflingen, welche bei dieser Gelegenheit an die Oberfläche heraufgerissen werden. Sie bestehen nämlich aus Bruchstücken der Umgebungen des vulkanischen Heerdes und der durchbrochenen Gebirgsarten, durch welche der so immer mehr sich erweiternde Schlot des Vulkanes führt. Diese Art von Produkten sind vorzugsweise in den älteren oder Anfangs-Perioden der Wirksamkeit der Vulkane häufig gewesen, und wir finden sie daher in den tiefern Schichten liegen, welche die Schluchten an den Abhängen entblöfsen. Später müssen sich die Zuführungsgänge aller alten Vulkane bereits hinlänglich erweitert und mit erkalteten Lavamassen an ihren Wänden bekleidet haben, so dafs die durchstofsenden Dampfmassen nur noch sel-

ten etwas der Vulkan-Bildung Fremdartiges mit sich herauszureifsen vermögen. Diese Auswürflinge bestehen vorherrschend aus Bruchstücken der Gebirgsarten, welche in den Umgebungen der Vulkane die herrschende Formation bilden; so sind es auf dem Plateau von Süd-Frankreich, in der Kette der Puy's, Granitbrocken, welche in den aufgeschütteten Konglomeraten der Kegel gefunden werden, aus denen die Lavaströme geflossen sind; mit ihnen erscheinen häufig Stücke von Gneis und Glimmerschiefer, und bei einigen der Vulkane in dem Bezirke der Limagne, welche auf Kalksteinschichten ruhen, finden sich auch diese entschieden unter den Bruchstücken. — In den vulkanischen Gegenden der Eifel zeigen sich eine Menge eigenthümlicher, alter Ausbruchs-Oeffnungen, in deren Umgebungen mit Schlacken und vulkanischem Sande gemengt aufgeschüttete, ringförmige Wälle von meist noch sehr kenntlichen Schiefergebirgsbrocken auftreten, und es liegen dann auch diese Durchbohrungen auf der weit ausgedehnten Fläche des niederrheinischen Schiefergebirges.

Merkwürdiger ist indessen der Fall, wenn sich die Spuren von tief unterliegenden Gebirgsarten, welche an der Oberfläche nirgend zum Vorschein kommen, unter den Auswürflingen der Vulkane finden; diese sind dann nicht leicht unversehrt, und oft noch besonders merkwürdig durch die Art der Veränderung, welche sie durch Umschmelzen und Wiederkrystallisiren, durch Eindringen fremder Substanzen bei der Schmelzung erlitten haben.

Keiner unter den bekannten Vulkanen mag wohl in dieser Beziehung mehr Aufmerksamkeit verdienen, als der so wohl erforschte Vesuv. Isolirt aus einer sehr niedrigen Ebene emporsteigend, bildete derselbe muthmafslich einst eine frei aus dem Meere hervorragende Insel, welche sich wahrscheinlich erst durch die Produkte ihrer Aufschüttung mit dem benachbarten Festlande ver-

bunden hat. Ihr gegenüber erhebt sich die hohe Bergreihe der Apenninen, welche aus einer mächtigen Bildung von verhältnifsmäfsig sehr jungen Kalksteinen und Sandsteinen besteht, unter welcher nur an der Süd- und der Nordspitze Italiens, also in weiter Entfernung von Neapel, der ältere Granit und feldspathreiche Gesteine hervortreten. Alle diese Gesteine müssen daher unmittelbar unter dem Vesuv in sehr ansehnlicher Tiefe unter der Decke des alten Meeresgrundes verborgen liegen, und nichtsdestoweniger bieten die in den Schluchten des Monte Somma entblöfsten, locker aufgeschütteten Konglomerate eine Menge von Fragmenten zu diesen Bildungen gehöriger Substanzen dar. Hin und wieder sieht man unter denselben Bruchstücke eines mit sehr neuen (noch lebenden) Arten von Seethieren erfüllten, verhärteten Mergels, und diese tragen, als von der obersten Decke genommen, kaum Spuren einer Veränderung durch den Einflufs des vulkanischen Feuers an sich. Ungleich häufiger indefs finden sich hier Kalksteinblöcke, oft von mehreren Fufsen im Durchmesser, und zuweilen noch ganz vollkommen von derselben Beschaffenheit, wie der Kalkstein in der Apenninenkette gefunden wird. Doch herrschend zeigt sich's, dafs sie mehr oder minder vollkommen geschmolzen wurden, und dann haben sie sich ganz oder theilweise in eine ausgezeichnete Masse grobkörnigen, krystallinischen und schneeweifsen Marmors verwandelt, welcher dem parischen und carrarischen an Schönheit und Vollendung nicht nachsteht. Diese Thatsache ist gewifs ungemein merkwürdig, und sie erweist sich durch Untersuchungen an Ort und Stelle auf's Vollständigste. Denn oft sind in solchen Fällen dem Marmor einzelne Lavastücke oder Bimssteine, oder Brocken von feldspathreichen Gebirgsarten eingeschmolzen, mit allen Zeichen einer gleichzeitigen Erkaltung, und das Innere dieser Kalkblöcke enthält bekanntlich Drusen schön krystallisirter Fossilien (wie Nephelin, Mejonit, Augit, Ve-

suvian, Leucit, Hauyn), welche unter unzähligen andern Umständen ein ganz deutliches Produkt der Vulkane sind.

Aufser diesen Kalksteinen kommen ferner noch in unzähliger Menge hier Blöcke von feldspathreichen Gebirgsarten vor, welche auf die auffallendste Weise an Granit, Gneis, Syenit erinnern, sie sind häufig noch in die Schlackenkruste neuerer Lava eingehüllt, und zeigen sich immer von den mit ihnen verglichenen Gebirgsarten abweichend, da sie deutlich eine Schmelzung und Umarbeitung erlitten haben; das Herrschen des Feldspathes aber ist in ihnen in der That um so merkwürdiger, als die Produkte des neuen Vesuvkegels keine Spur von dem Vorkommen des Feldspathes, weder in Laven noch in Schlacken-Konglomeraten aufweisen. Die mannigfachen Bedingungen und das Zusammentreffen heterogener Substanzen übrigens, unter welchen die Umschmelzung dieser Auswürflinge vor sich ging, hat in den Umgebungen des Vesuv eine so aufserordentliche Menge von Kombinationen oder Mineral-Species hervorgebracht, wie wir deren kaum an irgend einem andern Orte der Erde finden. So sind die Schluchten des Monte Somma denn, und unter ihnen besonders die zugängliche Fossa grande, berühmte Fundgruben für die Mineralogen geworden, und wir haben in der *Litologia Vesuviana* von Monticelli und Covelli, 1825, ein beschreibendes Verzeichnifs von nicht weniger als 82 Mineral-Species (beinahe der vierte Theil aller bekannten Mineral-Species) erhalten, welche bis jetzt dort gefunden wurden, während in jedem Jahre fast noch neue hinzukommen.

Das Studium dieser Gebirgsmassen hätte in früherer Zeit die Naturforscher schon längst darauf hinleiten sollen, dafs die Vulkane keine blofsen Oberflächenerscheinungen sind, sondern ihren Sitz unter dem bisher so genannten feldspathreichen Urgebirge haben müssen; jetzt aber ist ihr Studium insbesondere dem Chemiker merk-

würdig, welchem ihr Vorkommen und die Art ihrer Verbindung Aufschlufs über die Entstehungsweise so mancher Mineral-Species geben kann, welche künstlich darzustellen uns bisher nicht hat gelingen wollen. — Uebrigens verdient noch bemerkt zu werden, dafs, wenn gleich die hier eben erwähnten Substanzen sich auch fast nur unter den ältesten Auswürflingen des Vesuv, am Monte Somma finden, der heutige Vulkan nichtsdestoweniger doch hin und wieder noch ähnliche Erzeugnisse auswirft. So sah Breislack einen Marmorblock an dem Rande der Eruptions-Oeffnung von 1794 liegen, und 1822 sind dergleichen Brocken häufig unter den Auswürflingen gefunden worden. Ein krystallinisches, granitähnliches, feldspathreiches Gestein fand L. v. Buch ebenfalls bei der *Bocca* von 1794; ich selbst habe sie an den Abhängen und auf den Kraterrändern des neuen Vesuvkegels gefunden, und ebenso jene Gemenge von grünem Glimmer und Vesuvian, welche am Somma so häufig sind. Aufserdem sieht man dort jetzt nur eine grofse Menge von Bruchstücken älterer, kompakter Lava, welche bei neueren Eruptionen fest und unverändert herausgeschleudert wurden; sehr oft liegen dieselben in Blöcken von mehreren (5 bis 10) Fufs Durchmesser umher, und werden dann von einer frisch glasigen Schlackenkruste umhüllt, welche sich leicht von ihnen ablöst. Ganz ebenso ist es im Allgemeinen auch an den Abhängen von dem Ausbruchskegel des Aetna, doch führt auch dieser Brocken von granit- und syenitähnlichen Gebirgsarten unter seinen älteren Konglomeraten, und Gemellaro will sogar an ihm ein deutliches Granitstück mit eingesprengtem Zinnsteine gefunden haben, wie er sonst nur in unsern alten Gebirgen und in ganz Sicilien meines Wissens nirgend vorkommt. — Auch in den Umgebungen des Laacher Sees in der Eifel finden sich deutlich ausgeworfene Feldspathgesteine, welche auffallend an das Urgebirge erinnern, wenn gleich in den

ringsum tief eingeschnittenen Thälern des Schiefergebirges keine Spur von demselben zu Tage steht. Es würde nicht schwer seyn, hier noch viel ähnliche andere Beispiele anzuführen.

Noch ist es ferner nicht unwichtig, einen Blick auf die Gröfse der Kraft zu werfen, mit welcher diese eben erwähnten Fragmente emporgeschleudert werden; sie ergiebt sich zum Theil aus der Höhe, welche dieselben beim Herauswerfen erreichen. In Beziehung auf den Vesuv erzählt der Padre della Torre, dafs er bei einer Eruption desselben am 20. Jan. 1755 Steine auswerfen gesehen habe, deren Bahn man durch den glühenden Streifen in den schwarzen Wolken noch deutlich sehen konnte; sie brauchten 8 Sek. Zeit um von ihrem höchsten Punkte herabzufallen; er schlofs daraus, dafs sie 956 Fufs Höhe erreicht hatten. Aus Hamilton's Berichten scheint hervorzugehen, dafs der Vesuv zuweilen Steine eben so hoch wirft als er selbst ist, indem die auf dem Gipfel des Berges stehende, feurige Garbe diese Höhe von 3600 Fufs erreicht (1775). Von dem Aetna erzählt uns Recupero *), dafs zuweilen gröfsere von ihm ausgeworfene Steine 21 Sek. Fallzeit gebraucht hätten, welches auf eine Wurfhöhe von 6615 Fufs schliefsen läfst. Am Cotopaxi sah La Condamine einen Ausbruch, bei welchem grofse glühende Massen bis zu 2766 Fufs senkrechter Höhe über dem Gipfel geschleudert wurden.

Es ist schwer, ja unmöglich, nach diesen sehr unvollkommenen Daten die Wurfkraft der Explosionen zu bestimmen, durch welche diese Steine geschleudert wurden, da man hiezu die Tiefe des Punktes, von welchem sie losgerissen, und den Winkel, unter dem sie geworfen wurden, genau kennen müfste; d'Aubuisson indefs hat es versucht, nach einigen der genaueren Angaben

*) Bridone I. p. 47.

eine Berechnung hierüber zu machen, und er fand, daſs die gröſste Geschwindigkeit, mit welcher diese Steine ausgeschleudert werden, der einer Kanonenkugel (1200 bis 1500 Fuſs in der Sek.) nicht gleich kommt. Dieſs ist indeſs schon sehr viel, wenn wir bedenken, daſs die Dämpfe, deren Kraft dieses Schleudern bewirkt, sich keinesweges auf einmal ausdehnen, da sie beim Aufsteigen in den Windungen des Schlotes überall Widerstand werden finden müssen.

Die leichteren Massen, Sand, Asche und Rapilli, werden übrigens von den wirbelnd aufsteigenden Dämpfen zu einer viel gröſseren Höhe heraufgerissen, und oft vom Winde ergriffen weit mit fortgetragen, bevor sie aus den Wolken herabfallen. Die Entfernung und die Häufigkeit, mit welcher diese Substanzen zum groſsen Theile fortgetrieben werden, ist in der That ganz bewunderswürdig; so erzählt Procopius, daſs bei einem Ausbruche des Vesuv 472 n. Chr. G. die Asche von dort bis Konstantinopel geflogen sey; 1794 flog sie nach Hamilton bis nach Apukir in Calabrien, in wenigstens 50 Stunden Entfernung. Auch die Asche des Ausbruches von 1822, welche an Häufigkeit alle Aschenfälle, die am Vesuv in neueren Zeiten bemerkt worden sind, weit übertraf, breitete sich weit aus. A. v. Humboldt sagt von dem Aschenregen, welcher damals fast 12 Tage lang, vom 24. Oktober 1822 an, fortdauerte, doch übrigens nur 4 Tage lang sehr bedeutend war, er bleibe der denkwürdigste, von dem man seit des ältern Plinius Tode sichere Nachricht hat, und die Menge der Asche desselben sey vielleicht dreimal gröſser gewesen als alle Asche, welche man hat fallen sehen, so lange vulkanische Erscheinungen mit Aufmerksamkeit beobachtet worden sind. Die Dicke der in den Umgebungen des Berges gefallenen Aschenschicht betrug in diesem Falle nach seinen Messungen an den Abhängen des Berges etwa 3 Fuſs, unten in der Ebene dagegen 15—18

Zoll. In den zunächst gelegenen Ortschaften (Resina, Torre del Greco, Bosco tre case) war die Atmosphäre so mit Asche erfüllt, dafs die ganze Gegend bei Tage in das tiefste Dunkel gehüllt ward, und dafs man genöthigt war auf der Strafse mit Laternen zu gehen, wie diefs in Quito so häufig bei Ausbrüchen des Pinchincha der Fall ist*). Merkwürdigerweise geschah sogar dasselbe noch zu Amalfi, in 3½ geogr. Meilen geradliniger Entfernung vom Vesuv, und ohnerachtet sich zwischen beiden Orten eine bis zu 4000 Fufs hoch aufsteigende Bergreihe befindet. Dort wollte es am Morgen des 22. Okt. 1822 nicht Tag werden, und als man Sand und Asche aus der Atmosphäre niederfallen sah, bemächtigte sich ein panischer Schrecken der Einwohner; denn man hatte dort hinter den Bergen keine Ahnung davon, dafs der Vesuv ausgebrochen sey, auch war niemals seit Menschen Gedenken etwas Aehnliches an dieser Küste beobachtet worden.

Die dem Golf von Neapel zugekehrten Abhänge dieser Bergkette, welche Amalfi von Castell' a mare scheidet, ist es, an deren Basis einst Stabiae verschüttet ward; an ihr findet man zugleich bis zur obersten Höhe merkwürdige Beweise der Wurfkraft des Vesuv bei früheren Explosionen zerstreut; denn diese Berge sind oben ganz mit Bimssteinen überschüttet, so dafs man hier oft auf vulkanischem Boden zu wandern glaubt, da doch diese Berge aus Kalkstein bestehen; ja ich fand unter diesen Bimssteinen selbst fauststarke Stücke kompakter Leucit-Lava, welche wohl nicht anders als durch direktes Ausschleudern (auf 2½ Meilen Entfernung) konnten hieher gekommen seyn.

Von der aufserordentlich weiten Verbreitung der zerkleinerten vulkanischen Substanzen giebt die Beschaffenheit der Oberfläche von fast ganz Italien Zeugnifs;

*) Bau und Wirkung der Vulkane, 1823. S. 21.

denn in den entferntesten Thälern der Apenninen und in einer Höhe von 2 — 3000 Fufs findet man meist, dafs die lockere Erde, welche den Kalkstein der Berge bedeckt, aus zersetzten und in Schichten zusammengeführten, zerkleinerten, vulkanischen Substanzen (ächten Aschenschichten) gebildet wird. So sah ich Asche, in welcher man noch Brocken kleiner Augitkrystalle unterscheidet, mit Verwunderung auf der Hochebene von Aquila, in der Umgebung von Lago di Fucino im Innern der Abruzzen; ja kürzlich hat Tenore dieselbe Erscheinung auf den gegen das adriatische Meer gekehrten Abhängen der Apenninenkette im Königreiche Neapel gefunden, ohnerachtet auf dieser Seite der Berge bekanntlich, mit Ausnahme der Euganeen in Ober-Italien, kein nachweisbarer Vulkan älterer oder neuerer Epoche bekannt ist.

Was wir nun übrigens vom Vesuv und von den Vulkanen Italiens wissen, davon fehlt es nicht an Beispielen in der Geschichte von Ausbrüchen anderer Vulkane. So ist bekannt, dafs die Asche des Aetna schon mehrmals (u. a. im Jahre 1329) nach Malta geflogen ist; die des Hekla ward 1766 in einer mächtigen, verfinsternden Wolke gegen 50 Meilen weit fortgetragen; ein sehr grofsartiges Beispiel dieser Art aber ist uns aus den Mollucken bekannt. Als im April 1815 nämlich der Vulkan von Sumbava ausbrach, verbreitete sich die Asche bis nach Celebes, und im östlichen Java fiel sie in einer Entfernung von 60 — 70 Meilen (zu 8 Zoll Höhe) nieder, dafs Niemand ahnete, sie komme von einem so entfernten Vulkane her.

Endlich noch ein sehr merkwürdiges Beispiel von der grofsen Verbreitung der Asche giebt die Geschichte eines Aschenregens, welcher am 1. Mai 1812 auf Barbados in den Antillen statt fand. Er war die Folge eines Ausbruches von St. Vincent, welches von Barbados in W. und etwa 20 Meilen davon entfernt

liegt *). Man hatte am 30. April Abends auf Barbados Explosionen vernommen, ohne zu wissen wo sie herkamen; man hielt sie für entfernten Kanonendonner. Am Morgen des 1. Mai indefs sah man am Himmel eine dunkle Wolke erscheinen; sie hüllte bald die ganze Insel so ein, dafs auf ihr die dickste Finsternifs herrschte. Personen, welche gerade im Freien waren, konnten die Bäume nicht unterscheiden, an welche sie sich geflüchtet hatten, in den Stuben war es nicht möglich die Oeffnungen der Fenster zu erkennen. Gleichzeitig regnete es Asche bis um Mittag, und die Umgegend war so davon bedeckt, dafs die Aeste der Bäume sich bogen und das Zuckerrohr in den Plantagen zerknickt ward. Diese Erscheinung nun war ferner um so unerwarteter und auffallender, da Barbados genau östlich von St. Vincent liegt. In jenen Gegenden aber, und insbesondere in dieser Jahreszeit, herrschen unausgesetzt die Passatwinde, welche fortwährend gleichförmig dort von O. wehen und dadurch selbst auf die Gestalt der Vulkane in den Antillen einen merkwürdigen Einflufs üben. Es mufs daher der Vulkan auf St. Vincent die Kraft besessen haben, seine leichten Stoffe, der Richtung des Windes trotzend, in eine Luftschicht zu erheben, in welcher eine der Richtung der Passatwinde entgegengesetzte Strömung stattfindet. Da es nun übrigens einen wesentlichen Theil der über die Passatwinde herrschenden Erklärungstheorie ausmacht, dafs in einiger Höhe über ihnen ein gerade entgegengesetzter Luftstrom angenommen werden mufs, so war natürlich diese Beobachtung den Naturforschern doppelt willkommen. Die Analyse dieser Asche unternahm Thomson, und er fand sie aus Kieselerde und Thonerde, mit einem kleinen Theile von Kalkerde gebildet, nebst wenig Eisenoxyd.

Uebrigens gehören solche Aschenregen, wie man

*) *Ann. de Chim.* IX. *p.* 218.

kaum voraussetzen wird, oft zu den zerstörendsten Ereignissen, welche die Eruptionen der Vulkane veranlassen; sie sind oft sehr viel verderblicher als Lava-Ausbrüche, denn abgesehen davon, dafs die Asche wohl zuweilen in solcher Menge niedergefallen ist, dafs sie Häuser erdrückt, Ortschaften zerstört und ihre Bewohner erstickt hat, so ist sie besonders, auch wenn sie in kleinen Quantitäten fällt, das Verderben der Vegetation. Von ihrer Berührung mit den Wasserdämpfen des Vulkans nämlich fällt sie gewöhnlich feucht nieder, und hängt sich klebrig, durch ihre grofse Feinheit begünstigt, an die Blätter und Aeste, sie mit einem feinen Ueberzuge umhüllend und erstickend. Ganze Olivenpflanzungen und Weingärten gehen daher an den Abhängen des Vesuv oft zu Grunde, wenn sie ein Aschenregen betroffen hat. Doch es ist auch auf der andern Seite eine bemerkenswerthe Eigenschaft des mit vulkanischer Asche bestreuten Bodens, dafs er eine ausnehmende Fruchtharkeit besitzt. Alles was durch den Aschenfall zerstört worden, ersetzt sich reichlich in wenigen Jahren wieder, und L. v. Buch glaubt, dafs die Ursache davon wohl in einem sehr kleinen Säure-Gehalte liegen möge, welchen die Asche zurückbehalten hat, und der allerdings die Eigenschaft besitzt, die Keimkraft der Saamen zu erhöhen und die Schnelligkeit des Wachsthums der Pflanzen zu befördern. Die Furcht übrigens, welche das Volk von Neapel vor dem Niederfallen der Asche hat, und den traurigen Eindruck, welchen ein solcher Regen macht, hat L. v. Buch *) unübertrefflich schön bei Gelegenheit des Ausbruches von 1794 geschildert.

Während des Ausbruches der Asche nimmt die drohend über dem Gipfel des Vulkanes aufsteigende, düstre Dampfwolke eine eigenthümliche (für solche Ereignisse karakteristische und stets

*) Beobacht. Bd. II. S. 108—110.

bei ihnen wiederkehrende) Gestalt an. Die Asche, welche die Dämpfe emportragen, widersteht nämlich durch ihre gröfsere Schwere der Bewegung nach aufwärts, weniger heftig getrieben in gröfserer Höhe, daher beginnt sie gegen den Krater wieder zurückzusinken; doch hier begegnet sie der später ausgetriebenen Asche wieder. Die Dämpfe, welche sie tragen, stemmen sich mächtig gegen diese den Gesetzen der Schwere folgende Masse an, sie erheben sie, der Energie ihrer Entwicklung gemäfs; da sie aber den Widerstand nicht völlig zu überwinden vermögen, so können sie theilweise seitwärts leicht ausweichen. Das dichte Gewölk, welches sich säulenartig hervordrängt, wird daher in seinen oberen Theilen auf allen Seiten ringsumher schirmförmig sich ausbreiten, und so entsteht dann ein in der Luft schwebendes, breites Dach an dem Ende eines säulenartigen Schaftes; eine Gestalt, welche die Italiener mit der Pinie vergleichen, dem stolzen Baume des wärmeren Italiens, welcher ein schirmartiges Dach von Zweigen und Nadeln an dem Ende eines schlanken Stammes trägt *).

Diese Benennung ist so völlig aus der Natur gegriffen, dafs sie auf dem vulkanischen Boden Italiens schon seit den ältesten Zeiten als Gleichnifs gebraucht wurde; schon Plinius bedient sich ihrer in seinem Briefe an Tacitus, und er erklärt sie sich selbst schon auf eine der unsrigen ähnliche Weise. Grofs und erhaben ist der Anblick dieser hehren, düstern Gestalt, welche wohl keiner der gröfseren Eruptionen je gefehlt hat. Leuchtende Würfe fahren wie feurige Garben unzählig durch den Schaft dieser Pinie, und Millionen glühender Sandkörner, welche reifsend emporsteigen, machen ihn mehr oder minder auffallend bei Nachtzeit zur schönen, prächtigen Feuersäule.

Doch noch eine Erscheinung ist es, welche das Im-

*) Beobacht. Bd. II. S. 751.

posante dieses grofsartigen Naturgemäldes vermehren hilft. In der schirmförmig oben ausgebreiteten Wolke nämlich entwickeln sich häufig elektrische Erscheinungen. Schlängelnde Blitze, oft zu Dutzenden auf einmal, fahren in der dunkeln Dampf- und Aschenwolke zickzackförmig hin und her, und ein kräftig rollender Donner folgt ihnen weithinhallend durch die erschütterte Atmosphäre. Wohl hat man zuweilen in früheren Zeiten gezweifelt, ob diese als Blitz und Donner auftretenden Erscheinungen auch wirklich Entladungen elektrischer Natur seyen, oder nicht vielleicht explosive Entzündungen brennbarer Gasarten (und so zweifelte u. A. noch Breislack); doch besitzen wir davon uns direkt überzeugende Erfahrungen. Es sind nämlich zuweilen durch diese aus der Dampfwolke fahrenden Blitze, unter anderen Erscheinungen, welche Gewitterschläge darbieten, selbst Menschen erschlagen worden. So wird uns namentlich aus Island durch Olafsen*) berichtet, dafs am 17. Okt. 1755 durch einen vulkanischen Blitz, welcher aus der Wolke des Katlegia herabfuhr, 11 Pferde und 2 Menschen erschlagen wurden, und dafs der Strahl die im Wege stehenden Gegenstände, namentlich Felsen, mit cylindrischen Löchern durchbohrte.

Auch ist in der That die Erzeugung solcher Erscheinungen unter den hier obwaltenden Umständen sehr erklärlich; denn dafs bei dem Aufruhr der Natur, welchen wir hier schilderten, auch Störungen des elektrischen Gleichgewichts (Spannung und Ausgleichungen durch Entladung) werden eintreten müssen, ist an sich schon sehr wahrscheinlich. Die Reibungen zahlloser glasiger Körperchen an einander, wie sie in der Aschenwolke vorkommen, sollte man meinen, müsse einen hohen Grad von elektrischer Spannung hervorrufen, wenn gleich diesem von Einigen widersprochen wird. Aber wir wissen durch

*) Reise, Bd. II. S. 78.

Versuche von Saussure, dafs Elektricität sich entwickelt, wenn Wasserdampf kondensirt und in Wasser verwandelt, oder umgekehrt wenn Wasser zu Dampf wird, und diefs sind Erscheinungen, welche in der vulkanischen Dampfwolke ununterbrochen vorkommen. Die Kondensation heifser Wasserdämpfe geht sehr schnell an den äufsern Rändern der Dampfwolke, in den Berührungen derselben mit der umgebenden kalten Luftschicht vor sich, und daher erzeugen sich, nach dem einstimmigen Zeugnisse aller Beobachter, die heftigsten Blitze vorzugsweise an den Rändern der Wolke, und fahren gewöhnlich von da gegen die Mitte derselben hinein. So sah es L. v. Buch am Vesuv, so ich selbst es bei der Insel Ferdinandea.

Mehr oder minder schnell, nachdem diese eben beschriebenen Phänomene einen gewissen Grad von Vollendung erreicht haben, und während sie noch fortdauern, sich periodisch selbst wohl noch vergröfsern, beginnt der Vulkan, wenn die Reihe der Eruptions-Erscheinungen sich vollständig entfaltet, die dritte seiner Operationen mit dem Ausbrechen der glühend-flüssigen Lava. Nachdem dieselbe oft mehrere Tage, ja Wochen lang bereits durch den, aus dem Innern des Schlotes hervorleuchtenden Feuerschein sich angekündigt hat, tritt sie nun endlich an das Tageslicht, und an den Abhängen des Berges herabströmend verbreitet sie ringsumher Verwüstung. Die Ursache ihres späteren Erscheinens, nachdem die inneren Beunruhigungen des Berges, das Auswerfen losgerissener Substanzen bereits lange vorhergingen, liegt in der Schwierigkeit und in der Kraftanstrengung, deren es bedarf, eine mehr oder minder beträchtliche, geschmolzene, schwere Masse bis zu der oft ansehnlichen Höhe der Kratermündungen der Vulkane zu erheben. Die elastischen Wasserdämpfe und erhitzten Gasarten, welche im Innern des Berges gesperrt sind und nur theilweise durch die Rauchwolken aus dem Krater entweichen können,

müssen einen sehr hohen Grad der Erhitzung, eine ungeheure Spannkraft erlangt haben, bevor sie im Stande sind, die geschmolzene Masse aus dem Innern vor sich herzutreiben und einer oft viele tausend Fuſs hohen Lavasäule das Gleichgewicht zu halten. Dieser Umstand aber erklärt noch manche andere, bei dem Austreten der Lava sich zeigenden Verhältnisse, welche wir gegenwärtig betrachten wollen.

Je kleiner nämlich, sowohl seinem Umfange nach, als insbesondere nach seiner Höhe, ein Vulkan ist, desto häufiger nicht nur werden an ihm die Ergieſsungen von Lava erfolgen; sondern es werden dieselben auch stets nur aus seinem Haupt-Krater an dem Gipfel hervortreten. Der Grund davon liegt in dem geringen Hindernifs, welches der Druck und die Höhe der, die Mündung umgebenden Vulkanmasse dem Emportreiben der Lava in den Weg legt; da wird eine jede, wenn auch nur geringe, Aufregung im Innern des Berges zu einer Eruption führen. Beispiele davon liefern die bis jetzt bekannter gewordenen, kleineren Vulkane der Erde, vor Allem die Insel Stromboli, welche einen nach meinen Messungen 2700 Fuſs hohen Berg von kaum 2 Meilen Umfang an seiner Basis bildet, und von welcher schon die Alten berichten, daſs sie, also seit mehr als 2000 Jahren, nie aufhöre Eruptions-Erscheinungen zu zeigen. Sie hat wahrscheinlich schon damals ununterbrochen Lava-Ergieſsungen gehabt, da sie wegen der zur Nachtzeit von ihrem Gipfel herstrahlenden, rothen Gluthwolke der Leuchtthurm des tyrrhenischen Meeres genannt wurde. Auch noch jetzt sieht man ununterbrochen an ihren Abhängen einen Lavastrom flieſsen, und der Schlot wird hier niemals durch die über ihm aufgethürmte Masse verstopft oder zugedrückt, da vermöge einer Eigenthümlichkeit in ihrer Gestaltung die Lava stets glühend in's Meer fällt, dort zerkleinert und von Strömungen rasch fortgeführt wird. Solch ein Vulkan ist in der That, sei-

ner Erscheinung nach, einer warmen Mineralquelle zu vergleichen, und so gut wie wir nächst den Wasserquellen Oelquellen, Gasquellen unterscheiden, welche dem Innern der Erde entströmen, so können wir wohl in dieser Erscheinung mit gleichem Rechte eine nie versiegende, glühende Lavaquelle erkennen. Es sind gegenwärtig noch einige Vulkane auf der Erdoberfläche bekannt, welche gleiche Erscheinungen zeigen, wie ein kleiner Vulkan auf Bourbon, welchen Bory de St. Vincent beschrieben; ein anderer, Zibbel-teir, auf einer kleinen Insel im rothen Meere, welchen Bruce gesehen hat; einer in dem bekannten See von Nicaragua, welcher Devils-mouth genannt wird. Bei allen diesen, wie auf Stromboli, kommt die Lava nur allein aus dem einzigen und Haupt-Krater sich ergiefsend vor, welcher sich am Ende des in seinem Innern aufsteigenden Schlotes befindet.

Merklich anders schon stellt sich diefs Verhältnifs an dem bedeutend höheren, wenn gleich doch immer noch kleinen Vesuv, welcher mit 3600 Fufs Erhebung und mit etwa 6 Meilen (24 *migl.*) Umfang doch immer noch zu den minder beträchtlichen Vulkanen der Erde gehört. Bei ihm treten bedeutendere Eruptionen, welche mit Lava-Ergiefsungen verknüpft sind, zwar häufig, aber doch immer nur periodenweise ein, und wir haben schon theilweise oben gesehen, wie die ausgebrochenen Massen selbst bei ihm durch stetes Anhäufen die allmälige Verschliefsung seines Schlotes bewirken, wie es dann nothwendig einer stärkeren Ansammlung elastischer Kräfte bedarf, um endlich, durch eine gewaltsame Explosion, nun die hoch aufgethürmte Decke zu sprengen, wie nach derselben stets von Neuem oft mehrere Jahre hindurch wieder Stillschweigen eintritt, theils weil der Vorrath an geschmolzenen Substanzen für den Augenblick erschöpft scheint, theils weil den im Innern gefangenen, elastischen Dämpfen nun die Ausführungs-Kanäle weit geöffnet wurden.

den. Von solcher Art ist der Mechanismus dieses Berges, seine Lavaströme treten nicht mehr beständig aus dem Haupt-Krater an dem Gipfel des Berges hervor, sondern es öffnen sich nicht selten an seinen Abhängen oder Wänden Seiten-Kratere, um der im Innern sich empordrängenden Lava den Ausweg zu gestatten. Diese sind es gerade, welche man dort ganz allein fürchtet, da sie ausschliefslich sowohl durch die gröfsere Masse von Lava, die sie schütten, als durch die Nähe ihrer Ausbruchsorte den Menschen gefährliche Verwüstungen veranlassen. L. v. Buch, welcher diesem Verhältnisse ganz besondere Aufmerksamkeit widmete, sagt uns, dafs hier ungefähr eben so viel Lavamasse vom Haupt-Krater wie von den Seitenwänden geflossen sey.

Schon wieder anders ist diefs Verhältnifs am Aetna, denn dieser Berg hat 10200 Fufs Meereshöhe und den ungeheuren Umfang von wenigstens 20 deutschen Meilen beschüttet. Er hat ungleich seltener Eruptionsphänomene mit Lava-Ergiefsungen, und noch seltener gar treten dieselben aus seinem Gipfel hervor. Spallanzani führt an, dafs zu seiner Zeit nach Gioeni 30 gröfsere Ausbrüche des Aetna historisch bekannt waren, von diesen aber waren nur 10 aus dem Krater am Gipfel gekommen. Wenn wir aber die zahllosen deutlichen Spuren früherer, zum Theil vorhistorischer Eruptionen erwägen, deren Quelle jetzt noch deutlich sichtbar ist, so mögen wir gern dem Ausspruche von Dolomieu folgen, welcher dafür hält, dafs neun Zehntheile aller hier einst geflossenen Laven durch Ausbrüche an den Seiten sich ergossen haben. Es scheint in diesem merkwürdigen Berge übrigens zugleich das gröfste Maafs der Erhebungen und der Ausbreitung gegeben zu seyn, bei welchem noch Gipfelausbrüche stattfinden können; denn schon vom Pic von Teneriffa, welcher doch nur 1000 Fufs höher ist (11624 Fufs Meereshöhe), hat man bisher noch niemals einen Ausbruch aus dem Gipfel bemerkt, und über-

haupt sind hier Lava-Ergiefsungen sehr viel seltner als am Aetna, ohnerachtet der Berg fortwährend Zeichen seiner Thätigkeit giebt. Stets erfolgten die Lava-Ergiefsungen hier tief unten an den Abhängen, und L. v. Buch hat auf eine sehr geistvolle Weise entwickelt, dafs auch alle auf den ringsumher liegenden, kanarischen Inseln vorgefallenen Eruptionen nur als Seitenausbrüche, abhängig von dem Centralvulkan des Pico, angesehen werden dürfen.

Endlich zum Extrem gesteigert, zeigt sich diefs Verhältnifs bei den Riesen-Vulkanen der Andes-Kette, dort wo die Erhebung vulkanischer Gipfel fast bis auf das Doppelte von der des Pic steigt, und wo die Abhänge breit in der festen Basis einer hoch erhobenen, ausgedehnten Gebirgskette wurzeln; dort kommen überhaupt, nach A. v. Humboldt, bei den furchtbarsten Eruptionen selbst keine Lava-Ergiefsungen mehr vor. Jeder dieser Vulkan-Kolosse steigert im Durchschnitt seine Thätigkeit nur in einem Jahrhunderte einmal so hoch, dafs eine Eruption von ihm stattfindet. Dann aber kann die Lava nicht ausfliefsen, sondern sie wird so lange unter furchtbaren Konvulsionen, heftigem Gekrache in dem Innern des Berges hin- und hergerollt, bis sie in einzelnen Brocken in ungeheuren Sand-, Asche- und Lapilli-Ausbrüchen herausgeworfen wird. Man sieht deshalb auch an den Abhängen dieser Vulkane nicht, wie gewöhnlich an anderen, bandförmige Lavaströme zerstreut liegen, und nur eine einzige unbedeutende Ausnahme davon sah A. v. Humboldt an dem 17958 Fufs hohen Antisana.

Wie die Ausbrüche der Lava aus den Krateren am Gipfel erfolgen, ergiebt sich von selbst, es ist ein Ueberwallen der flüssig emporgetriebenen Masse über die Ränder. Wohl aber bedarf es noch einiger Erläuterungen über die Verhältnisse der Seitenausbrüche. Wenn die Lava in dem Hauptschlote des Berges aufsteigend nicht

die obere Mündung desselben zu erreichen vermag, so werden die Wände erschüttert, und es reifst an einer nicht genugsam unterstützten Stelle derselben eine Spalte auf. Solche Spalten sind denn auch wirklich an der Oberfläche der Vulkane bei Seitenausbrüchen bemerkt worden, und sie hatten oft sehr ansehnliche Dimensions-Verhältnisse. Als am 11. März 1660 der Aetna einen seiner gröfsten Ausbrüche machte, durch welchen Catania zum grofsen Theile mit Lava überschüttet ward, erhielt der Berg nach unverdächtigen Zeugnissen, welche Spallanzani gesammelt hat, einen äufserlich wahrnehmbaren Rifs, welcher nahe am Gipfel oben anfangend bis zum Ausbruchsorte bei Nicolosi fortsetzte, und so eine Längen-Ausdehnung von $2\frac{1}{2}$ geogr. Meilen einnahm. Deutliche Spuren dieser Spalte sind noch bei Nicolosi in festen Lavafelsen erhalten, wo ich sie selbst gesehen und in die Tiefe des Berges hinein verfolgt habe. Bei dem so oft erwähnten Ausbruche des Vesuv von 1794 rifs eine Spalte auf, welche nach L. v. Buch gegen 3000 Fufs lang, und nach Breislack an ihrem oberen Rande gegen 240 Fufs breit war. Aehnliches hat erweislich an vielen Orten stattgefunden, und es ist hiebei nur noch bemerkenswerth, dafs, wie L. v. Buch uns zuerst berichtet, diese Spalten immer nach der Richtung der Abhänge, strahlenförmig vom Centrum des Berges, nie queer auf denselben reifsen, wo sie einen bedeutend gröfseren Widerstand finden würden, wie diefs bei den von uns supponirten Ursachen denn auch nothwendig der Fall sein mufs. Merkwürdig sind ferner die Erscheinungen der Ausbildung dieser Spalten, welche nie auf einmal ihre ganze Gröfse erlangen, und über diese Beziehungen hat Poulet Scrope*) eine vortreffliche, mit der Natur übereinstimmende Auseinandersetzung gegeben.

*) *Considerations p.* 151 *sq.*

Aus der Geschichte aller Eruptionen geht es hervor, dafs das erste Aufbrechen einer solchen Spalte unter dem Ertönen eines heftigen Knalles geschieht. Geht nun der neu entstandene Rifs, wie diefs in den meisten Fällen zu geschehen pflegt, mehr oder minder tief unter das Niveau der Oberfläche der im Schlot aufgestiegenen Lava, so wird diese nun seitwärts durch denselben sich ergiefsen, und der Druck der im Innern befindlichen Lavasäule wird eine mehr oder minder grofse Geschwindigkeit des Ausfliefsens derselben an den tiefsten Enden der Spalte bewirken. Hier am untern Ende also nun wird sich eine erweiterte Eruptions-Oeffnung bilden, hier werden auch nun die Dämpfe seitwärts herausfahrend ihren Abzug nehmen, und um die Oeffnung wird von den durch die Dämpfe heraufgeschleuderten Schlackenstücken, Sand- und Aschenmassen ein Eruptions- oder Schuttkegel sich aufbauen. Diese Erscheinung mufs indefs aufhören, sobald das Niveau der Lava im Innern bis zu dem dieser Seitenöffnung herabsinkt, dann wird aus derselben nur noch ein Theil der Dämpfe, der Aschen-, Schlacken- und Steinwürfe herausfahren, welche sonst den Weg aus dem Haupt-Krater nahmen, und diese wird noch mehr zur Vergröfserung des neu gebildeten Eruptions-Kegels beitragen, der am Ende im Verein mit der erkaltenden Lava die Oeffnung verschliefst. Sobald nun dieser Ausweg versperrt worden, steigen Druck und Hitze im Innern des Feuerberges von Neuem, die Lava tritt wieder höher hinauf, und es wird ihr dabei leicht, den einmal vorhandenen Rifs zu erweitern. Er verlängert sich, eine neue Eruptions-Oeffnung bildet sich an seinem untern Ende, die Lava fliefst hier aus und es bildet sich ein neuer Schlackenkegel, welcher mit dem vorigen auf einer Linie liegt. So wird diefs Ereignifs sich noch mehrere Male nach einander wiederholen, bis aller Vorrath an geschmolzenen Substanzen im Innern des Berges erschöpft ist, oder bis die Spalte die Basis des Berges erreicht hat.

Eine Reihe von linienförmig geordneten Kegelbergen aber, welche nicht durch Auftreiben und endliches Aufbersten des erhitzten Bodens gebildet sind, wird die Geschichte dieser Eruption in lange dauernden Denkmälern aufbewahren.

Es ist daher in der That auch nichts gewöhnlicher, als an dem Fuſs und an den Abhängen der noch thätigen Vulkane eine gröſsere oder geringere Anzahl solcher parasitisch erzeugten Kegel zu finden. Viele derselben von ansehnlichem Umfange und Höhe, nach ihrem Erlöschen auf der Oberfläche durch Einwirkung der Atmosphäre zersetzt, begrünt und bewaldet, verleihen dem landschaftlichen Ansehen solcher vulkanischen Gegenden eine groſse Eigenthümlichkeit. Viele solcher Kegel haben sich erst unter unsern Augen gebildet; so entstanden am Vesuv bei dem Ausbruche von 1794 fünf Berge hinter einander, welche L. v. Buch unter dem Namen der *Bocche nuove* beschrieben hat; gegenwärtig sind sie fast ganz wieder verschwunden (nur drei sind noch kenntlich). Eben so groſs war die Zahl dieser Kegel, welche sich bei dem Ausbruche von 1760 bildeten, und auf den genaueren Karten des Vesuv sieht man dieselben unter dem Namen *Viciliu* oder *Voccole* in einer Linie gereiht hinter einander über Torre dell' Annunziata angegeben. Der bedeutendste unter allen Parasitenkegeln des Vesuv indeſs ist der, in allen Ansichten des Vesuv von Neapel her so auffallende kleine Hügel, auf welchem die Camaldoli della Torre liegen; er ist in vorhistorischen Zeiten gebildet, und erhebt sich etwa 400 Fuſs über seine Umgebungen. Solch' eine Bildung ist für die Dimensions-Verhältnisse des Vesuv schon etwas Auſserordentliches.

Ganz anders aber und bedeutender als an irgend einem der genauer bekannten Vulkane stellt sich dieses Verhältniſs am Aetna dar, welcher der Seitenausbrüche so viele gehabt hat. Alle Reisenden, welche diesen herr-

lichen Berg bestiegen, sind hier auf das eigenthümliche Vorkommen zahlreicher, schöner Kegelberge in seinen unteren Regionen aufmerksam gewesen. Als Scrope 1819 den Gipfel des Berges bestieg, zählte er von dort oben deren gegen 70 (Spallanzani giebt die Zahl derselben auf mehr als 100 an). Wir selbst haben mit Hülfe von Gemellaro auf einer möglichst genauen Karte des Aetna deren 70 eintragen können, welche von den Bewohnern der Umgegend mit besonderen Benennungen unterschieden werden, und schon Hamilton beschrieb auf eine sehr anziehende Weise, wie viele derselben vom Gipfel des Berges gesehen linienförmig, oder von dem erwähnten Standpunkte aus strahlenförmig divergirend erscheinen, während man von unten heraufsteigend sich weniger leicht in der scheinbaren Unordnung zu orientiren vermag, in welcher sie durcheinander liegen *). Auch von diesen Hügeln sind sehr viele in historischen Zeiten und oft in sehr kurzer Zeit bis zu ansehnlichen Dimensionen gebildet worden. So entstanden vorhandenen Nachrichten zufolge bei der Eruption von 1536 zwölf solcher Kegel an der Seite des Berges. Einer der merkwürdigsten Eruptionskegel aber bildete sich, als bei dem furchtbaren Ausbruche von 1669 die oben erwähnte Spalte aufbrach. Es ist diefs der so berühmt gewordene Monte rosso bei Nicolosi, welchen alle Reisenden zu besuchen pflegen; dieser merkwürdige Berg erhob sich in wenigen Tagen über die Ebene der Umgegend nach meinen Messungen etwa zu 820 Fufs (sein Gipfel liegt 3007 Fufs über dem Meere). Er hat noch zwei wohl erhaltene, halb mit einander verbundene Kratere, und seine an der Basis wohl eine halbe deutsche Meile im Umfange haltende Masse ist gänzlich aus rothen Schlakkenbrocken und aus schwarzem, vulkanischem Sande ge-

*) Brydone beschreibt diese Hügel gleichfalls sehr gut. Bd. I. S. 144.

bildet, welche meist aus zerbrochenen, oft aber noch ganz erhaltenen, lose übereinander geschütteten Augitkrystallen und Feldspathblättchen besteht, so dafs man bis an's Knie darin einsinkt. Von ihm aus ward die ganze Umgegend, ein Landstrich von reichlich einer geogr. Quadratmeile Flächeninhalt, bis zu mehreren Fufs hoch mit einer Decke desselben schwarzen Sandes beschüttet, welcher namentlich in der Umgegend von Nicolosi noch ganz unkultivirbar daliegt, und dem Ansehen derselben daher einen ganz eigenthümlichen Karakter giebt. Noch im Jahre 1811 wurden bei einem Ausbruche, welcher an der Ostseite des Berges im tiefen Kesselthale des Val del bove stattfand, unter den Augen des Beobachters Gemellaro nicht weniger als sieben solcher Berge hinter einander gebildet, welche in kurzer Zeit aus eben so viel mit heftigem Donnergetöse nach einander aufspringenden Oeffnungen hervorgeschleudert wurden.

Auch von anderen, entfernteren Vulkanen lehrt die Geschichte ihrer Ausbrüche dasselbe; so, um nur eines bedeutenden Beispieles zu erwähnen, ward bei dem furchtbaren Ausbruche des Skaptar Joekul auf Island 1783, einem der furchtbarsten, von welchen die Geschichte überhaupt Kunde giebt, am Fufse dieses Berges in der Ebene eine Spalte von wenigstens 1½ deutschen Meilen Länge gebildet, und drei Eruptionskegel schütteten sich über derselben nach einander auf. In der geradlinigen Fortsetzung derselben erzeugte sich noch ein vierter Eruptionskegel, dessen Geburtsstätte schon in das Meer fiel, und es entstand auf diesem Punkte daher die neue, bald darauf wieder von den Wellen zerstörte Insel Nye Oe. Auf Japan geschah in demselben Jahre ein Gleiches, denn es ist uns von dort eine von Jul. v. Klaproth und von L. v. Buch *) erwähnte Zeichnung zugekommen, aus welcher man sehr deutlich sieht,

*) Kanar. Inseln, S. 381.

dafs dort eine Reihe von flammenden Kegeln sich in einer geraden Linie und am Fufse eines der mächtigen Vulkane jenes Landes befindet. Bei einem Besuche auf einer der kanarischen Inseln, Lanzerote, hat L. v. Buch die Bemerkung gemacht, dafs sich dort bei einer ungeheuren Lava-Ergiefsung im Jahre 1730 eine Spalte gebildet hat, welche mehr als 2 deutsche Meilen lang war, und auf derselben entstanden in einer Linie wenigstens zwölf noch existirende, schöne Kegelberge, deren einige eine Höhe von 6—800 Fufs hatten *). Wir sehen also in der That, dafs diese merkwürdige Erscheinung eine überall gesetzlich wiederkehrende seyn müsse, welche sich bei allen gröfseren Lava-Ergiefsungen bisher immer gezeigt hat.

Diese so aufreifsenden Spalten geben nun übrigens zu der Entstehung eines ganz insbesondere geognostisch merkwürdigen Verhältnisses Veranlassung, dem unter den neueren Beobachtern besonders P. Scrope Aufmerksamkeit geschenkt hat. Es wird nämlich ein sehr grofser Theil derselben und vorzugsweise der, zwischen den Eruptionskegeln befindliche Raum durch die, zwischen den Wänden sich hineindrängende Lava verstopft. In dem engen Raume derselben mufs die Masse der Lava schnell erkalten, und es entstehen dadurch mehr oder minder an der Oberfläche hervorragende, harte, schwarze Kämme, welche die söhligen Schichten der umher verbreiteten Gesteine in senkrechter Richtung durchsetzen. Diese so auftretenden Lava-Mauern werden Gänge genannt, und wenn durch Erschütterungen oder andere Ursachen einzelne Theile der Abhänge oder der Kraterwände einstürzen, treten sie an der Oberfläche frischer Abstürze als eine besonders auffallende Erscheinung hervor. So ist die innere Wand des, dem Vesuv-Kegel gegenüber liegenden, ihn halbkreisförmig einschliefsenden Monte

*) L. v. Buch's schöne Karte von Lanzerote.

Somma dadurch merkwürdig, dafs ihre dort horizontal austretenden, schichtenähnlichen Lava-Platten und Tuffbänke von senkrecht durch sie aufsteigenden, stets nur wenige Fufs starken Lava-Kämmen durchschnitten werden; an den steil abgerissenen Wänden, welche das Val de bove am Aetna einschliefsen, bemerkt man dieselbe Erscheinung in ganz ausnehmender Häufigkeit und in mannigfachen Verhältnissen der Verzweigung und Durchkreuzung auf's Anziehendste. Aber auch an den Wänden des inneren, neuen Vesuv-Kraters, wie sie durch die Ausbrüche von 1822 entblöfst worden sind, finden sich solche senkrecht aufsteigende Lavagänge ganz unter denselben Verhältnissen wie am Monte Somma, welche ich selbst dort beobachtete.

Diese Erscheinung aber ist deshalb noch so merkwürdig, weil sie genau in demselben Verhältnisse auch bei allen unseren älteren, krystallinischen und massigen Gebirgsarten wiederkehrt, deren vulkanischer Ursprung so lange bezweifelt worden, und auch so nun durch eine der beachtenswerthesten Analogieen erwiesen wird. Vorzugsweise häufig kehrt dieselbe bei den Basalten und den mit ihnen so innig verwandten Trapp-Gesteinen wieder. Es ist selbst in den uns näher liegenden Basaltgegenden, in Hessen, bei Eisenach, in Böhmen nicht selten, frei aufsteigende Basaltkegel in einer Linie aneinder gereiht oder deutlich auf einander in Bezug stehend zu finden. Zwischen denselben aber und in den Fortsetzungen dieser Linie sieht man sehr häufig die älteren Gesteine, Kalkstein und Sandstein, an den Abhängen der Thalwände von einer senkrecht durch sie hindurchsetzenden Basaltplatte zerschnitten. Kein Land in der Welt aber scheint diese merkwürdige Erscheinung häufiger zu zeigen, als das nördliche England, Schottland und die zu ihm gehörigen Inseln. Dort werden die wegen ungleicher Verwitterung an der Oberfläche mauerförmig hervorragenden Basaltplatten mit dem in die Wissenschaft

aufgenommenen Namen Dyke belegt, und wir besitzen namentlich ein sehr merkwürdiges Beispiel von einem derselben, welcher durch die Grafschaften Durham und Yorkshire in WNW. und OSO.-Richtung queer durch alle Gebirgsarten geradlinig durchsetzt, von Middleton bis nach Robin Hood's Bai in einer Längenausdehnung von etwa 13 Meilen, queer über zwei bedeutendere Flufsthäler, des Tees und des Esk, eine senkrechte Mauer von 5—6 Fufs Dicke bildend. Auch der Porphyr und selbst der Granit bilden solche Erscheinungen an den Küsten von Cornwall, Elba, Sicilien und selbst am Harze und im Erzgebirge, aus deren interessanten Special-Verhältnissen für die Geognosie allgemein wichtige Folgerungen hergeleitet werden.

Uebrigens sind diese Bildungen von Lavagängen auch von einer ganz besonderen Bedeutung für die genauere Kenntnifs von dem Bau der Vulkane, und unter den neueren Naturforschern hat wohl keiner diesen Gegenstand mit mehr Umsicht behandelt, als P. Scrope. Er bemerkt nämlich, dafs durch die Erfüllung einer der eben genannten Spalten mit Lava dieselbe dicht verschlossen werde. Die erkaltete Masse in derselben besitzt sehr natürlich einen ungleich gröfseren Zusammenhang, als die von ihr durchschnittenen, grofsentheils lockeren Substanzen, welche nunmehr fest durch dieselbe verkittet werden. Es ereignet sich daher auch wohl kaum, dafs bei erneuerten Eruptionen der Vulkan wieder an derselben Stelle aufreifst, wo er schon einmal eine Spalte bildete, und da nun die ganzen Abhänge der Hauptmasse nach aus denselben parallelen, regelmäfsig übereinander aufgeschütteten Schichten gebildet werden, so legt jede neue Eruption zwischen dieselben sehr natürlich eine Art von verfestenden Queerbalken ein, welche ein wohl mit der Konstruktion eines Daches vergleichbares Sparrwerk bilden, das zur Verfestung des

ganzen allmälig aufgeführten Gebäudes sehr wesentlich beiträgt, und ihm Haltung und Bestand giebt.

Um uns eine möglichst vollkommene Ansicht von den Umständen zu schaffen, welche das Ausbrechen der Lava begleiten, erscheint es wünschenswerth, dieselbe von ihrer Quelle bis zu ihrer Verwandlung in eine harte Steinmasse zu verfolgen, als welche wir sie nach ihrem Ausbruche an dem Fufse und an den Abhängen der Vulkane wiederfinden.

Nur wenigen Naturforschern ist es gelungen, den allerdings merkwürdigen Moment zu treffen, in welchem sie die Lava aus hinreichender Nähe bei ihrem Verhalten zwischen den Wänden des Kraters, an der Quelle selbst beobachten konnten. Unter ihnen war bisher fast allein nur Spallanzani zu nennen, welchem ein tief eindringender Blick in das Innere der vulkanischen Werkstätte vergönnt war. Als er sich nämlich am 4. Sept. 1788 auf dem Gipfel des Aetna befand, sah er auf dem Boden seines Kraters, über welchen sich die Ränder, seiner Schätzung nach, damals noch um etwa 800 Fufs erhoben, aus einer kreisrunden Oeffnung von etwa 60 Fufs Durchmesser eine dicke, weifse Dampfsäule hervortreten, und da er auf der dem Winde abgekehrten Seite stand, so sah er sehr deutlich aus geringer Entfernung in der Tiefe dieser Oeffnung die glühend-flüssige Lava fortwährend aufwallen und sich kräuseln. Näher zu kommen gestatteten ihm damals die Umstände nicht. — Mehr noch aber wurde seine Wifsbegierde durch einen sehr günstigen Blick in das Innere des Kraters von Stromboli belohnt; doch hier kann ich sehr füglich das Ergebnifs eigener Anschauung an die Stelle der, von ihm gegebenen trefflichen Schilderung setzen, denn auch mir ward es vergönnt, auf dieselbe Weise in das Innere dieser merkwürdigen Vulkan-Insel zu blicken.

Es ist eine schon oben berührte Eigenthümlichkeit des Vulkanes von Stromboli, dafs sein Krater durch einen queer durch die ganze Insel von SW. nach NO. fortsetzenden Rifs zerspalten, und nur noch die eine Hälfte desselben als eine halbkreisförmig gestaltete, ringförmige Einfassung erhalten ist. Auf dem Boden dieses halb weggebrochenen Ringes, welcher ungefähr 600 Fufs unter der hohen Kante des Gipfels (2775 Fufs über dem Meere) liegt, befinden sich seine gegenwärtigen, oft der Lage und der Zahl nach verschiedenen, veränderlichen Eruptionsöffnungen. Da die locker aufgeschütteten Wände gegen das Innere des Kraters ungemein steil, ja fast senkrecht abfallen, so kann man vom günstig gewählten, freilich meist etwas gefährlichen Standpunkte mehr oder minder deutlich in das Innere dieser Oeffnungen hineinsehen. Zur Zeit als ich den Vulkan besuchte (im Dec. 1831 und Jan. 1832), waren drei thätige Oeffnungen in demselben vorhanden. Die mittlere oder Hauptmündung hatte reichlich 200 Fufs im Durchmesser, und zeigte weiter nichts Merkwürdiges; sie dampfte stets nur sanft und sehr gleichförmig, und zahlreiche hochgelbe Schwefelkrusten bekleideten die Wände ihres Schlotes. Ihr zur Seite indefs stand, näher den Wänden, eine andere etwas höher liegende, etwa nur 20 Fufs im Durchmesser haltende Oeffnung, welche eine ununterbrochene erhöhte Thätigkeit zeigte. In dieser zugleich war es, in welcher ich lange das Spiel der darin auf- und niederwogenden, flüssigen Lavasäule beobachten konnte. Hier erschien die im Aufsieden befindliche Lava, welche sich zu ergiefsen im Begriff stand, zuerst nicht, wie eine erhitzte Einbildungskraft sie sich zu denken wohl im Stande ist, als eine brennende Masse, welche von Flammen bedeckt wird, die, früheren unvollkommenen Beschreibungen zufolge, aus dem Schlote hervorlodern, sondern sie zeigte sich hellglänzend wie ein geschmolzenes Metall, wie das Eisen, welches aus dem Hochofen zum

Giefsen hervorströmt, oder wie eine im Glühfeuer liegende Glasmasse. So beschrieb sie uns auch schon Spallanzani*), und so war auch das Bild von ihr, welches einst Hamilton am Vesuv gebrauchte, als er Gelegenheit hatte die Lava 1765 ganz nahe an ihrer Quelle zu beobachten.

In dem gewöhnlichen Zustande auf- und niederwogend mochte diese glühend-flüssige Lavasäule mit ihrer Oberfläche stets wohl noch 20 bis 30 Fufs tief unter der Mündung zurückbleiben. Sie wurde offenbar in dieser Stellung durch die furchtbar erhöhte Spannung im Innern eingeschlossener, elastischer Dampfmassen getragen, und sehr deutlich war das nie aufhörende Spiel ihres von oben herabwirkenden Drucks und des hinauftreibenden Gegendruckes zu sehen, welchen die hinaufstrebenden Dampfmassen ausübten. Denn im gewöhnlichen Zustande bewegte sich die Oberfläche sehr gleichförmig und fast taktmäfsig in sekundenlangen Abständen, um eine nicht bedeutende Höhe auf und nieder. Man vernahm dabei gleichzeitig ein eigenthümliches Geräusch, welches wir versucht waren mit dem Puffen zu vergleichen, das die eintretenden Luftströme an der Oeffnung von der innern Thüre eines Flammofens veranlassen. Jedem Stofs, welcher die Lavasäule so ruckweise emporhob, folgte das deutlich und nett begrenzte Austreten eines lichtweifsen Dampfballens aus der Oberfläche, und sobald dieser entwischt war, sank die Lavasäule wieder nieder. So oft aber diese Dampfballen austraten, rissen sie regelmäfsig einzelne, rothglühende Stücke von der Oberfläche der Lava mit sich herauf, und diese tanzten, wie von unsichtbaren Kräften getrieben, über den Rand der Oeffnung gleichsam taktmäfsig heraus, und machten den Anblick dieses so schön sichtbaren Spieles ungemein malerisch. Von

*) Reise, Bd. I. S. 45. 262. Bd. II. S. 46 und 50.

Zeit zu Zeit aber, meist alle Viertelstunden und zuweilen selbst mehrmals kurz hintereinander, ward dieser regelmäſsig fortsetzende Rhythmus auf eine mehr tumultuarische Weise unterbrochen.

Man sah nämlich plötzlich, nachdem die Lavasäule einige Augenblicke lang sich stärker erhoben hatte, die darüber befindliche, aufwirbelnde Dampfmasse ruckend stehen bleiben, und eine schwach rückgängige Bewegung machen, gleichsam als wolle sie in den Krater zurückschlagen. Gleichzeitig durchzuckte uns oft schreckhaft eine mehr oder minder heftige Erzitterung des Bodens, wobei die lockeren Kraterwände oft in eine sichtbar schwankende Bewegung kamen — ein deutliches Erdbeben. Unmittelbar daran knüpfte sich ein dumpf polterndes Geräusch in der Eruptions-Oeffnung, und mit hell tönendem Geprassel stürzte eine groſse Dampfmasse aus der Mündung hervor. Sie riſs gleichzeitig dann mit sich die obere Lavamasse zu Tausenden glühender Stücke zerkleinert aus dem Krater hervor; eine starke, davon ausgehende Erhitzung der Umgebungen schlug uns lebhaft in das Gesicht, und ein garbenförmig sich hoch ausdehnender Feuerregen stürzte prasselnd auf die Umgebungen nieder. Einige Stücke flogen bis 1200 Fuſs hoch, und gingen in groſsen Bogen hoch über unsern Köpfen weg. Unmittelbar darauf schien jedesmal dann die Lavasäule aus dem Krater verschwunden; sie hatte sich tiefer in das Innere des Schlotes zurückgezogen, es trat augenblickliche Ruhe ein. Doch nicht lange, so begann wieder das Glühen in der vor uns liegenden Oeffnung, die Lavasäule stieg langsam bis auf ihr altes Niveau wieder. Es begann nun von Neuem das oben geschilderte, taktmäſsige Spiel, und es dauerte dieſs so lange, bis dann eine neue Explosion wieder den oberen Theil dieser Lavasäule herauswarf.

So zeigte sich uns im Wesentlichen die Reihenfolge der Haupterscheinungen in dieser Werkstätte, oft modi-

ficirt nach den jedesmaligen zufälligen Umständen, je nachdem die emportretende Lavamasse gerade dünn-flüssiger oder zäher, dem obern Rande der Mündung mehr oder minder stark genähert war. Spallanzani sah selbst sogar einmal hier eine Erscheinung, welche recht deutlich zeigt, wie nur die Kraft der Dämpfe es seyn kann, welche die eben erwähnten Bewegungen veranlafst. Es war nämlich gerade Nacht, als er diesem Schauspiele zusah, und plötzlich verschwand beim Zusammensinken die Lava in der Tiefe des Kraters, ohne wiederzukehren. Die Gluth, welche bisher die Umgebungen erleuchtet hatte, verschwand, und statt dessen erschienen zahllose kleine Dampfsäulen an den Rändern des Vulkanes, an den Abhängen und den Seitenwänden des Kraters, die sich mit einem zischenden Geräusche, welches Spallanzani mit dem Rauschen der Blasebälge in Schmelzhütten vergleicht, in die Höhe arbeiteten. So dauerte die Erscheinung einige Minuten lang, und schon war der aus den Seitenwänden strömende Dampf dem Beobachter sehr beschwerlich, da erschien plötzlich wieder der glühende Spiegel aus der Tiefe herauf, und nun ging die Erscheinung ihren gewöhnlichen Gang. Er bemerkt sehr richtig hiebei, dafs, wenn einmal zufällig die Zähigkeit auf der Oberfläche der Lava beim Niedersinken den emporstrebenden Dämpfen den Austritt erschwert, sie nun seitwärts durch die Risse in den Wänden hervordringen, und dann die Lava nicht in die Höhe zu treiben vermögen. Erst in dem Zustande gröfserer Erhitzung und Flüssigkeit wird sie von den Dämpfen mit heraufgerissen, und nun ist die Erscheinung wieder hergestellt.

Dieselben Erscheinungen, welche an der zweiten Vulkan-Mündung auf Stromboli erwähnt worden, fand ich später auch bei wiederholten Besuchen am Vesuv. Hier verhielt es sich ganz ähnlich, die Lava in dem Zuführungsgange des Central-Kegels in der Mitte des Kra-

ters wallte auf und nieder, nur die Gröfse der in demselben befindlichen Oeffnung war bedeutender, und die Explosionen der Dampfballen, das Umherschleudern der glühend-flüssigen Lavastücke, das Hinaufschwanken der Lavamasse im Schlote, geschahen mit gröfserer und oft Schrecken erregender Heftigkeit, oft Schlag auf Schlag unmittelbar nach einander. Auf Stromboli liefs sich der Zusammenhang aller hieher gehörigen Verhältnisse ungleich deutlicher und vollständiger wahrnehmen; denn zu den oben beschriebenen Erscheinungen kam noch eine dritte Mündung, ungefähr **100—150** Fufs tiefer als die explodirende, hinzu, deren Lage es höchst wahrscheinlich machte, dafs sie nichts weiter sey als eine Seitenöffnung der Röhre, welche zur ersten Mündung aufstieg, und aus dieser Seitenöffnung flofs dann langsam und gleichförmig, unter dem Druck der darüber auf- und abwogenden Lavasäule, ein schmaler Lavastrom an den Abhängen des gespaltenen Berges herunter. Dieses Zusammentreffen macht die erwähnte Lokalität einzig in ihrer Art für das Studium des Apparates der vulkanischen Werkstätten.

Um indefs die Verhältnisse der in Strömen ausfliefsenden Lava zu studiren, ist es besser, von der so sehr unbedeutenden Lava-Ergiefsung auf Stromboli, welche zur Nachtzeit wie ein rothglühender Streifen am Berge hängt, zu gröfseren Erscheinungen überzugehen. Wenn die Lava bei gröfseren Eruptionen den Krater verläfst, in welchem wir sie nur eingeschlossen betrachtet haben, so pflegt sie niemals aus dem obern Gipfel, sondern stets an der Basis oder den Seitenwänden des neu aufgeschütteten Eruptionskegels hervorzubrechen. Je tiefer sie zugleich unter dem Niveau der im Hauptschlote auf- und niederwogenden Lavasäule hervorbricht, desto deutlicher offenbaren sich an ihren Bewegungen die Wirkungen des innern Druckes, welcher sie austreibt. So ist es gewöhnlich, dafs bei grofsen, tief an den Seitenwän-

wänden des Vulkanes erfolgenden Ausbrüchen die erste Lavamasse mit der Heftigkeit eines feurigen Springbrunnens hervorbricht. So wird diefs von dem oft erwähnten Ausbruche des Vesuv vom 15. Juni 1794 beschrieben; denn als dort zur Nachtzeit die erste Lava Ergiefsung tief unten am Berge (nach meiner Messung in 1515 Fufs über dem Meere) erfolgte, sah man von den Dächern der Häuser zu Neapel deutlich die glühend-flüssige Masse in parabolischen Bogen hervorspritzen.

Hamilton bewunderte bei dem grofsen Ausbruche von 1764 nicht minder das Ausspritzen einer solchen Feuerfontaine, welche kaum 1000 Schritt entfernt von ihm losbrach und ein furchtbares Donnergeräusch veranlafste; er sah sich dabei in einem Augenblicke von einer dunkeln Wolke stinkender Dämpfe und von einem Hagel empfindlich aufprallender, kleiner, glühender Steine umgeben, wobei nur schleunige Flucht ihn retten konnte. Beispiele von ähnlichem Ausspritzen der Lava bei anderen Gelegenheiten hat Spallanzani gesammelt. Auch bei einigen minder bedeutenden Lava-Ergiefsungen am Vesuv, von welchen ich im Februar und im August 1832 Zeuge war, sah ich wenigstens die zwischen den älteren Schollen im Krater hervorbrechende Lava mit sehr deutlicher Bewegung von unten nach oben in einem Bogen ununterbrochen heraustreten.

Wenn indefs die Erscheinung des ersten heftigen Hervorstofsens vorüber ist, so ordnet sich sehr bald die hervorquellende Lava zu einer ruhig und gleichförmig an den Abhängen herabfliefsenden Masse. Es bildet sich ein majestätischer Gluthstrom, begleitet von einem dicken, graulichweifsen Dampfstreifen, welcher sich fortwährend aus ihm entwickelt und den Lauf desselben fortan auch bei Tage sichtbar macht, wenn die Gluth, von der Tageshelle übertroffen, nicht mehr von fernher sichtbar ist. Die Form und die übrigen Erscheinungen des Fortflie-

ſsens dieses Stromes sind im Allgemeinen ganz denen gleich, die wir an Strömen fließsenden Wassers bemerken; ein bandförmiger Streifen, der meistens immer breiter wird, je mehr er sich von seiner Quelle entfernt, theilt er sich, sobald er auf irgend ein Hinderniſs an der Oberfläche stöſst, nicht selten in mehrere, bei groſser Masse oft sehr zahlreiche Arme, die sich in der Regel bald darauf wieder zu verbinden pflegen. An den steiler geneigten Stellen der Oberfläche, bei plötzlichen Abstürzen bildet er rauschende Katarakten, und darunter wieder sich sammelnd flieſst er weiter, bis eine Vertiefung oder der verminderte Fall des Bodens seinem Fortschreiten ein Ziel setzt, und sein Ende sich nun in einen weit ausgedehnten glühenden See oder Teich ausbreitet. Oft auch endigen, wie dieſs bekanntlich beim Vesuv und beim Aetna der Fall ist, diese Ströme durch ein Ausflieſsen in's Meer, welches sie mehr oder minder zurückdrängen. Zur Nachtzeit und von fernher gesehen ist es ein oft meilenweite Strecken verfolgbares, rothglühendes Band, welches am Berge hängt und eine der prächtigsten, groſsartigsten Naturscenen darbietet; bei Tage dagegen sieht man nur einen hell leuchtenden Streifen weiſsen Dampfes herabrollen. Die erste Veränderung, welche die flieſsende Lava erleidet, nachdem sie das Innere des Kraters verlassen hat, ist, daſs sie allmälig an Flüssigkeit verliert und auf der stark ausstrahlenden Oberfläche sehr bald den Karakter einer zähen, dickflüssigen Masse annimmt. Die Aushauchungen der Hitze, welche von ihr ausgehen, werden bald so gering, daſs man sich der hell glühenden Masse in oft sehr geringer Entfernung von der Stelle ihres Austretens, wie dem Strome aus einem Schmelzofen, gefahrlos nähern, ja sie mit einem Werkzeuge berühren kann, wobei es dann üblich zu seyn pflegt, am Vesuv die von dort so bekannten Medaillen zu prägen.

Hamilton, Spallanzani, Dolomieu, Monticelli, Covelli und einige der früheren Beobachter

des Vesuv und des Aetna untersuchten, so weit es die Umstände erlaubten, die Beschaffenheit der Lava näher in diesem Zustande. Sie warfen beträchtliche Steinblöcke auf die Oberfläche der zähen Flüssigkeit, welche dabei einen dumpfen Schall, oft auch wohl einen helleren Klang von sich gaben, der dem glich, welchen zwei harte, auf einander geworfene Steine erzeugen; sie veranlafsten dabei nur einen sehr unbedeutend tiefen Eindruck, und schwammen, auf der Oberfläche getragen, mit dem Strome davon. Einige von ihnen versuchten spitzige Stäbe in die fliefsende Masse hineinzustofsen, doch hatte sie, ohnerachtet sie noch sehr flüssig schien, bereits einen solchen Härtegrad angenommen, dafs diefs nur sehr unvollkommen gelang.

Das Fliefsen der Lava selbst geht in diesem Zustande ganz ruhig und gleichförmig, und fast ohne bemerkenswerthes Geräusch von statten. Der einzige Ton, welchen man dabei hört, ist ein schwaches Brodeln, welches die stets sich entwickelnden Dämpfe veranlassen, hin und wieder ein schwaches Knistern, wenn die umgebenden Lavaschollen gestört oder gerückt werden, und wenn der Wind in die kleinen Dampfwirbel stöfst, so klingt es wie entferntes Rauschen des Meeres. Dieses schwache Geräusch und der Anblick des ruhig fortwallenden Gluthstromes kontrastiren äufserst wunderbar und sehr schön gegen die stets fortdauernden, donnernden Explosionen, das Gekrach und Getöse in der obern Eruptions-Oeffnung. Etwas weiter von solcher Stelle abwärts ändert sich schon das Schauspiel sehr merklich, welches der Lavastrom darbietet. Dort hat die Zähigkeit der Masse an der Oberfläche schon in hohem Grade zugenommen, und es bedeckt sich dieselbe allmälig mit einer dunkelglühenden Schlackenkruste. Die entweichenden Dampfblasen treiben die Oberfläche derselben sanft auf, und da die erhobenen Ränder der Schlacken starr stehen bleiben, so bilden sie leicht kleine, kegelförmige Erhö-

hungen, welche an der Spitze eine oder mehrere Oeffnungen haben, wo sie den Dampf aushauchen. Waren dagegen die aufgeblähten Ränder der Schlacken noch etwas flüssiger, so fallen sie zusammen und bilden, vom Strome mit fortgerissen, kleine, trichterförmige Vertiefungen, welche erstarrt den Wirbeln gleichen, die sich an den Brückenpfeilern unserer Ströme bilden, und oft von bedeutendem Durchmesser. Immer mehr und mehr bilden sich durcheinandergeschobene, spitzig aufragende, gewundene oder einsinkende Schlackenformen, welche der Oberfläche des langsam fortrückenden Stromes die Gestalt einer plötzlich in heftiger Bewegung erstarrten Wassermasse geben.

Nimmt die Schlackenkruste mehr an Festigkeit zu, so bildet sich an der Oberfläche des Stromes eine zusammenhängende Decke, unter welcher streckenweise die Lavamasse fortfliefst. Wenn günstige Umstände sich vereinigen, so entsteht hier, wenn der Zuflufs der Lava von oben her allmälig aufhört, oft die merkwürdige Form einer fast cylindrischen, hohlen Röhre, oder eines gewölbartig überdeckten Kanales von mehr oder minder bedeutender Länge, durch welchen man später, wie durch den Stollen eines Bergwerkes, hindurch gehen kann. Es ist diefs unstreitig eine der auffallendsten Formen, welche bei neu entstandenen, vulkanischen Bildungen vorkommen, und es erwähnen ihrer daher auch mit mehr oder minder Auszeichnung fast alle Beobachter am Vesuv und am Aetna. Hamilton beschrieb mehrere Kanäle dieser Art, welche die Lava von 1770 gebildet hatte; noch während des Ausbruches fand er die Wände derselben von der darin wochenlang fortströmenden Masse zum Theil vollkommen glatt und abgeschliffen, an einigen Stellen dagegen ragten Zacken der verhärteten Lavamasse vor, und viele Ritzen waren mit schönen Salz-Efflorescenzen bekleidet. Als Ferber im Jahre 1772 den Vesuv bestieg, fand er dort am Rande des Kraters einen geräumigen und im

Innern noch sehr heifsen Kanal, welchen er mit Fackeln durchfuhr, und dessen Länge er zu 90 Ellen angab. Mitten in dem Lavastrome von 1819 sah ich am Aetna eine ungemein schöne Bildung, welche das an einer Seite geschlossene Gewölbe eines solchen Ganges darstellte, der nun zur Lavagrotte geworden war. Es war ein hohler Raum von etwa 6—8 Fufs Höhe, 12 Fufs Breite und etwa 20 Fufs Tiefe, und der Anblick desselben machte einen in der That äufserst wunderbaren Eindruck, denn die Wände waren von der vorübergeflossenen Lava glatt abgeschliffen und mit einer ganz dünnen Glaskruste bekleidet; von der Decke hingen bis tief hinunter, in den seltsamsten Formen, gleichfalls mit Glas überzogene, verästelte, schaumige und gewundene Schlacken-Auswüchse von schwarzer und braunrother Farbe, welche, dunkeln Stalaktiten gleichend, einen höchst seltsamen Anblick gewährten.

Am Vesuv sah ich einst während der Nacht vom 24. zum 25. Febr. 1832 einen solchen Kanal sich allmälig unter meinen Augen bilden, und die Art seiner Bildung verdient wohl als ein Muster für solche Erscheinungen noch eine besondere Erwähnung. Aus den zur Seite glühend herabfallenden Schlackenstücken bildete zuerst sich an beiden Seiten des stets gleichförmig fortfliefsenden Stromes ein förmlicher Damm, wie Deiche bei Strömen; als er stark genug geworden war, hob sich die Lava zwischen ihm muthmafslich dadurch, dafs sie am Boden durch Erkalten verhärtete Schlacken absetzte, und sehr bald flofs sie nun in einem Kanal, welchen sie selbst sich gebaut hatte, höher liegend als die beiderseitigen Umgebungen, etwa wie Giefsbäche in der Schweiz, wo die von grofsen Steinen aufgeführten Dämme und das Flufsbett oft mehrere Fufs über den umgebenden Wiesenflächen liegen. Allmälig begann die stets langsam und gleichförmig fortfliefsende Lava sich auch an der Oberfläche dieses Kanales ein zusammenhängendes Gewölbe

zu bilden, welches sich sehr regelmäfsig von den Rändern her aufbaute. Denn die sehr zackig von den Seiten nach der Mitte hin vorspringenden Schlackenstücke der Einfassungen hielten allmälig mehr und mehr von den gekräuselten Schlacken fest, welche auf der Oberfläche des Lavastromes fortschwammen; sie verschmolzen mit ihnen, kamen einander von beiden Seiten her entgegen, und zuletzt verbanden sie sich auf bedeutende Strecken hin zu einer völlig geschlossenen Wölbung, einer Lavagrotte, welche ich wenige Wochen später, als die innere Masse daraus abgeflossen war, noch als hohle Röhre bestehen sah.

Dergleichen Bildungen, wie die eben beschriebene, können jedoch nur unter besonders günstigen Bedingungen stattfinden. Wenn die Neigung des Bodens, auf welchem die Lavamasse fortgleitet, nicht grofs und oft wechselnd ist, und wenn die Lava sehr gleichförmig oder allmälig schwächer werdend abfliefst (denn auf unebener Grundlage wird die oben sich ausbildende spröde Kruste bei jeder Aenderung ihrer Oberflächenneigung zerreifsen müssen), und wenn die Lava erst schwach fliefst, dann aber einmal plötzlich wieder stärker nachdrängt, so wird die Decke des neu gebildeten Gewölbes zersprengt und zerstückelt werden. Solche Ungleichförmigkeiten in der Neigung des Bodens und in der Stärke des Zuflusses der Lava sind aber mehr Regel als Ausnahme. Es zeigt sich daher auch die auf der Oberfläche eines fortfliefsenden Stromes sich stets fortbildende Schlakkenkruste fast immer nur zerbrochen darüber fortgleitend; und wenn nun weiter nach unten sich die Masse derselben vermehrt, so wird sie von der sie tragenden Lavamasse durcheinander geschoben, und der oben noch hell glühende Strom gleicht nun unten einem unordentlichen Haufwerk übereinander gerollter, schwarzer Schlakkenschollen, welche sich fortwährend bewegen, und indem sie sich stets an einander reiben, einen ganz eigen-

thümlichen Klang wie aneinander gestofsene Glasscherben geben. Hin und wieder nur noch schimmert durch die Zwischenräume der Schlacken die verrätherisch darunter fortschiebende Gluth durch, und nur zuweilen macht sich die glühend-flüssige Lava, während die Hauptmasse langsam fortrückt, zwischen den Schlackenstückchen Platz, welche sie seitwärts herabwirft, und bricht hin und wieder in glühenden Seitenbändern plötzlich hellglänzend hervor, welche unversehens hier oder da hervorspritzend dem Beobachter Gefahr bringen. Viele schon abgelöste Schlackenbrocken werden auf diese Weise fest in die Lava wieder verschmolzen, und nach der Erkaltung findet man daher an der Oberfläche vieler Ströme ein ganz eigenes Konglomerat, welches ältere Lavabrocken in der Lavamasse fest eingebacken erscheinen läfst, ganz so wie sich ähnliche Konglomerate in den Porphyren, in den Basalten, in den Dioriten und selbst im Granit zeigen, bei denen man früher oft die abweichendsten Erklärungen dieser eigenthümlichen Bildungen versucht hat.

Allein nicht nur auf ihrer Oberfläche bedeckt sich die Lava, wie ein im Eisgange befindlicher Strom, mit Schlackenkrusten, die sich von ihr selbst ablösen, sondern sie pflastert auch im Fortschreiten auf eine eigenthümliche und leicht zu erklärende Weise in gleicher Art den Weg, welchen sie verfolgt. Als eine im Flusse selbst zäh zusammenhaltende Masse bildet sie nämlich bei einfachem Fortschreiten über den Boden einen kleinen Bergrücken oder Damm mit sanft abschüssigen Wänden, einem Walle oder einer Deichmasse vergleichbar. Oft ragt sie daher, bei kleineren Strömen meist nur 10—12 Fufs, zuweilen bei starken Anhäufungen wohl 40—50 Fufs, ja, wie es u. a. mit dem Strome vom Skaptar Joekul 1783 der Fall war, selbst 90—100 Fufs hoch über ihre Umgebungen hervor. Wenn nun aber diese glühende und mit Schlacken bedeckte Mauer sich fortbewegt, so schreitet der Flufs in

ihren obersten Theilen am geschwindesten vor. Die schwere Masse hat in ihren unteren Theilen nicht nur ihren eigenen Druck, sondern doch auch noch den Widerstand, welcher durch die Unebenheiten der Grundlage erzeugt wird, zu beseitigen, und wird daher dort immer etwas zurückgehalten. Es gleiten so die oberen Theile der Lava stets langsam über die unteren hin, und die Schlakkenkrusten fallen daher am vordern Ende und von den Seiten beständig an dem Abhange des Hügels hinunter. Es entsteht mithin, aufser der im Ganzen einfach fortschreitenden Bewegung der Lava an ihren Enden, noch eine wälzende, bei welcher sie fortwährend in sich selbst zurückzurollen scheint. Wohin also auch die Lava sich bewegen mag, so werden stets vor ihr herfallend ihre Schlackenstücke den Weg bedecken, welchen sie einschlägt; sie gleiten an der zähflüssigen Masse klebend hinunter, und werden mit den sich fortwälzenden Wellen unter sie auf den Boden gezogen.

Wir finden daher auch nach der Erkaltung, und diefs ist wichtig für die Beurtheilung alter Lavaströme, den Strom nicht nur an seiner Oberfläche von einer seltsam durcheinandergekräuselten Schlackenrinde bedeckt, sondern auch auf einer ähnlichen, stets mit ihm verschmolzenen Schlackenkruste gelagert; eine Erscheinung, welche von vielen Beobachtern beschrieben worden ist. Wenn übrigens die Lava bei ihrem Fortschreiten auf Hindernisse stöfst, so überwindet sie dieselben oder weicht ihnen zum Theil auf eine sehr eigenthümliche und noch besonders hervorzuhebende Weise aus. Thalgründe füllt sie aus, und richtet sich dann in ihrem Fortschreiten nach den Verhältnissen ihres Abhanges. Stöfst sie dagegen auf einen hervorragenden Gegenstand, welcher sie nöthigt ihre Richtung zu ändern, so geschieht diefs bei einer so zähen und schweren Masse nur sehr langsam und schwierig. Sie hat den Druck ihrer ganzen nachdringenden Masse

an dem gehemmten Ende zu überwinden, und thürmt sich daher gewöhnlich, bevor sie seitwärts abfliefst, an solchen Stellen erst zu beträchtlicher Höhe und Mächtigkeit auf, so dafs es fast hier das Ansehen gewinnen kann, als flösse sie eine Zeitlang bergan. Dieses Anschwellen geht aber gewöhnlich so langsam von statten, dafs man sehr oft noch im Stande ist die drohende Gefahr abzuwenden, welche dem Ueberschreiten der letzten Schranken nachfolgen würde, an welchen die Lava stockt, bevor sie sich überstürzen oder wegdrücken kann, was ihr entgegensteht.

Ein sehr merkwürdiges Beispiel von diesem Verhältnisse sah man im Jahre 1669 am Aetna. Der grofse Lavastrom, aus dem eben gebildeten Monte rosso hervorbrechend, erreichte nach wenigen Tagen, nachdem er einen Weg von etwa $3\frac{1}{2}$ deutschen Meilen zurückgelegt hatte, die alten, festen Mauern von Catania. Sie waren von Quadern erbaut und fast 50 Fufs hoch. Die Lava thürmte sich daher an denselben langsam auf, und drohete endlich über die Mauern in die Stadt einzubrechen. In dieser höchsten Noth griff man daher zur Abwendung der Gefahr zu einem verzweifelten und einige Zeit hindurch wirksamen Mittel. Man kleidete 40 starke Männer in nasse Felle, und liefs sie mit Hacken und Hämmern seitwärts Löcher in die Schlackenkruste des sich aufblähenden Lavastromes einbrechen. So gelang es nun auch einige Zeit lang die glühende Masse längs der Mauer hinab dem Meere zu fortzuleiten, doch machte sie sich endlich nun selbst Bahn, überstieg an einer noch jetzt sichtbaren Stelle die Mauer und brach in die unglückliche Stadt ein.

Ganz etwas Aehnliches erzählt Hamilton von einem Lavastrome, welcher 1794 am Vesuv gegen Portici herabflofs. Damals liefs der Vicekönig einige tausend Menschen in Eile einen tiefen Graben um den Ort ziehen, und es gelang durch denselben den Strom seit-

wärts abzulenken; es ward darauf von ihm ein Vorschlag gegründet, auf gleiche Weise das Schlofs von Portici mit seinen kostbaren Sammlungen von Alterthümern für immer vor den zerstörenden Lavaströmen zu sichern.

Ganz auf dieselbe Erscheinung gründet sich übrigens eine von vielen Naturforschern an der Lava gemachte Bemerkung. Wenn nämlich Lavaströme in Thalgründe herabfliefsen, so pflegen sie gewöhnlich an den Ecken derselben, wo sie plötzlich ihre Richtung ändern, mehr oder minder plumpe Berge zu bilden, welche gewöhnlich dann nur durch dünne Lavastreifen mit einander verbunden werden. Die in den Thälern fliefsenden Wasser vernichten mit der Zeit diese verbindenden Theile, und nun stehen dann scheinbar völlig isolirte, grofse Lavahügel in den Thälern, deren Auftreten man oft gar nicht zu erklären im Stande war. So etwas zeigt sich sehr schön im südlichen Frankreich, in den Thälern von Antraigues, Monpèzat, wo Lavaströme in vorhistorischen Zeiten zuweilen selbst 2—3 geogr. Meilen lang in Granitthäler herabgeflossen sind.

Noch eine andere hieher gehörige Erscheinung hat ferner nicht selten die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich gezogen. Es ist eine öfter gemachte Erfahrung, dafs die Lava, wenn sie sich senkrecht entgegenstehenden Wänden, Mauern von Gebäuden nähert, unmittelbar vor denselben stehen bleibt und sie unversehrt läfst, indem selbst ein mehrere Zoll breiter Raum zwischen denselben und der Fläche des vorrückenden Lavastromes leer bleibt. So etwas ereignete sich 1669, als die Lava bis zu den hoch aufgemauerten Fundamenten des Benediktiner-Konventes von Catania vordrang, und das Volk hielt diefs Ereignifs für ein augenscheinliches Wunder. Doch erklärt sich diefs Verhältnifs sehr leicht durch den Widerstand, welchen die aus der Oberfläche der langsam fortrückenden Lava fortwährend sich entwickelnden Wasserdämpfe ausüben; sie werden hier hef-

tig erhitzt zuletzt in einer engen Spalte ausgetrieben, und da sie nun nur nach oben entweichen können, so erhöht sich ihre Spannkraft sehr bedeutend und kann selbst die vorrückende Lava zurückhalten. Oft auch fällt dann ein solcher Zwischenraum von oben herab voll kleiner, lockerer Schlackenstückchen, welche die Lava zurückdrängen, und es erweitert sich auch noch, wenn man später sich nähern und untersuchen kann, diese Spalte durch das Zusammenziehen der erkaltenden Masse. Sehr schön sieht man dieses ganze Verhältnifs gegenwärtig noch an den frisch losgeschälten und ganz unversehrt gebliebenen Fundamenten des Kastells von Catania, welches der Strom von 1669, seine mit Meerwasser erfüllten Gräben ausfüllend, ringsum einschlofs.

Fliefst die Lava über ein angebautes Land, so zerstört sie begreiflich die Vegetationsdecke. Das von ihrer Annäherung bereits gedörrte Gras und die leichteren Kräuter schieben dann oft die voranrollenden Schlacken vor sich her, und kommen dieselben dann einmal mit einem glühenden Theile der Masse in Berührung, so blitzen sie in hellen Flammen auf, welche von fernher gesehen und dann nicht selten für aus der Lavamasse selbst ausgehende Flammen mit Unrecht gehalten werden. Ganz ähnlich ist die Erscheinung, welche sich bei der Berührung der Lava mit Bäumen ereignet; L. v. Buch und Breislack haben eine sehr anschauliche Vorstellung hievon gegeben. Berührt die Lava starke Baumstämme nur von einer Seite, so kann es geschehen, dafs sie dort nur angekohlt werden und an der andern Seite grün bleibend fortwachsen; trifft sie dagegen den Baum in der Mitte und umhüllt ihn, so ergreift gewöhnlich sogleich die Flamme die über den Strom hervorragenden Zweige und Wipfel und blitzt, sie einäschernd, hoch empor. Aber der untere Theil des Stammes, welcher umhüllt wird, wird dadurch häufig auch sogleich von der äufsern Luft ausgeschlossen und kann nicht verbrennen. Er verkohlt

also meist nur an seinen Rändern und trocknet in der Mitte zusammen, und man findet daher wohl leicht Kohle und gebräuntes, trocknes Holz in dem Innern der Lava unversehrt eingeschlossen. Wenn diese Ströme dann, wie sehr oft später, durch die eindringende Feuchtigkeit zerstört werden, so erhält die Lava eine Menge cylindrischer Löcher, welche genaue Abdrücke von Baumstämmen darstellen.

Sehr schön sieht man u. a. diese Erscheinung an einigen Lavaströmen, welche die Waldregion an dem Aetna durchbrochen und starke Eichen umhüllt haben. Viel vollkommener und eigenthümlicher aber noch hat sich dieses Verhältnifs einmal unter begünstigenden Umständen auf der Insel Bourbon nachweisen lassen. Dort hatte ein Ausbruch jenes sehr thätigen Vulkanes einen grofsen, breiten Lavastrom gebildet, der sich über eine Pflanzung von Palmen ergofs. Diese Lava war sehr dünnflüssig, und während nun die obern Theile der Palmbäume verbrannten, umhüllte sie nicht nur die untern, sondern sie drang auch dünnflüssig in die von der Vertheilung der Faserbündel abhängigen Zwischenräume ein, und bildete so nach dem Erkalten von denselben ein Skelet, das man füglich im Rohen mit der Versteinerungsweise vergleichen konnte, welche die Vegetabilien auf wässrigem Wege erleiden, indem sich eine mit Mineraltheilen beladene Lösung zwischen ihre Fasern drängt, ihre Bestandtheile absetzt, und nun, wenn die vegetabilischen Theile zerstört werden, in der Form derselben stehen bleibt. Stücke dieser merkwürdigen Lava, welche Palmenholz einschliefst, und durch ihre Formen seine Struktur nachahmt, sind in den Sammlungen nicht ungewöhnlich, und aufserdem dafs sie schon für sich merkwürdig erscheinen, werden sie noch besonders lehrreich für daraus hervorgehende, in der Geognosie einflufsreiche Folgerungen. Es kommt nämlich nicht selten bei den Basalten vor, dafs sie brennbare Substanzen, namentlich

Braunkohlen einhüllen oder sie berühren, ohne sie zu verzehren oder mehr als nur etwas verändert zu haben, und ganz dasselbe ereignet sich auch noch bei den Porphyren in Beziehung auf die so oft in ihrer Nähe vorkommenden Steinkohlen. Man hat sich nun aber dieser Thatsache früher als eines in den Augen Vieler entscheidenden Beweises zu bedienen versucht, dafs solche Gebirgsarten nicht auf vulkanischem Wege können entstanden seyn, und wir lernen daher an vor unsern Augen sich ereignenden Beispielen jetzt den Ungrund dieser Voraussetzungen einsehen.

Fliefst die Lava über einen sumpfigen, feuchten Boden, so veranlafst die plötzlich entstehende Verdampfung und Zersetzung des Wassers in demselben in ihr eine Aufregung, welche oft auf Augenblicke ihr Fortschreiten zu hemmen im Stande ist. Die Wasserdämpfe steigen mit grofsem Geräusch durch die flüssige Masse auf; sie zerreifsen die Schlackenkruste und werfen sie, die Lava nachspritzend, unordentlich umher. Ein Theil der Wasserdämpfe wird in seine Bestandtheile zerlegt, und Explosionen von Wasserstoffgas verbunden mit Sauerstoff erfolgen. So hört man oft in der Lava beim Fortfliefsen einen kanonenschufsähnlichen Knall, und man sieht darauf Flammen aus ihr hervorsteigen. In noch stärkerem Grade aber treten diese Erscheinungen ein, sobald die Lava das Meer erreicht.

Man pflegt sich gewöhnlich das Ergiefsen eines Lavastromes in's Meer als ein mit schauervollen und gewaltsamen Scenen verbundenes Ereignifs zu denken, als einen Kampf der feindseligen Elemente in ihrem grofsartigsten Maafsstabe. In der That sind auch die älteren Beschreibungen solcher Vorfälle am Aetna, welche Brydone zusammengestellt hat, wohl geeignet schauerliche Vorstellungen zu erwecken. Heftiges Aufzischen des Meeres, welches rings umher in anhaltendes Sieden versetzt wird, weit hinausgehende Trübung des

Meerwassers und Tödtung der Fische weit umher, sind die Grundzüge eines solchen Gemäldes. Diese Erscheinungen sind auch gelegentlich in neueren Zeiten am Vesuv wieder gesehen worden, indefs sind sie bei weitem nicht so gewaltsam und grofsartig, wie die phantastischen Bilder der älteren Beobachter könnten glauben lassen. Denn wie auch schon P. Scrope bemerkt, wird, sobald die Lava in's Meer tritt, zunächst nur die unmittelbar mit ihr in Berührung tretende Wassermasse mit Zischen in Dämpfe verwandelt, allein durch die bei dieser Dampfentwicklung beförderte Erkaltung erhält die Oberfläche der Lava sogleich eine starke, feste Kruste, und durch dieselbe wird sogleich aller Kontakt zwischen der glühend-flüssigen Masse und dem Wasser völlig aufgehoben. Stets vom Lande her gedrängt, treibt sie zusammenhängend das Wasser vor sich her, und wo sie reifst, entwickeln sich die Wasserdämpfe mit solcher Heftigkeit, dafs dem Wasser der Eintritt in das Innere dieser Spalten verwehrt wird.

Besonders vollständig und klar waren die Beobachtungen eines solchen Ereignisses, welche 1794 von Breislack an dem Lavastrome bei Torre del Greco angestellt wurden. Sein Eintritt in's Meer ging überaus ruhig von statten, und glich im Entferntesten nicht den tumultuarischen Scenen, welche am Ausbruchsorte dieses Stromes statt fanden; Breislack beobachtete das Fortschreiten der Lava im Meere während der Nacht vom 15. auf den 16. Juni auf einer Barke ganz in der Nähe, ohne beunruhigt zu werden; sie drängte das Meer dabei um 360 Fufs weit von seiner früheren Küste zurück, und bildete einen gegen 1100 Fufs breiten Damm, welcher gegen 15 Fufs hoch über dem Wasser hervorragte. Eilf Jahre später beobachtete L. v. Buch 1805 dieselbe Erscheinung in kleinerem Maafsstabe, denn die Lava rückte etwa nur um 50 Fufs in das Meer ein, und ragte über dem Wasserspiegel nur um 5 Fufs hervor. In den

älteren Perioden mufs dieses Verhältnifs am Vesuv ungemein häufig vorgekommen seyn, denn der Strand gegen das Meer ist von Portici bis Torre dell' Annunziata reich an Lava-Vorgebirgen, welche die oft weit vorspringenden Enden solcher in's Meer geflossenen Lavaströme seyn müssen.

Auch an dem Aetna zeigt sich das gleiche Verhältnifs an seiner Ostseite, denn dort ist der Strand von Cap Schiso bei Taormina bis nach Catania hin, auf eine Erstreckung von 8 geogr. Meilen, nur zuweilen durch aufgeschwemmtes Vorland von dem Meere getrennte, ununterbrochene Lavamasse. An einigen Stellen sieht man mehrere übereinander her geflossene Ströme steile Vorgebirge bilden, wie z. B. bei Aci, wo die Lavaküste hart an dem Meere steil abfallend gegen 400 Fufs hoch ist. Ganz besonders aber ist die Gestalt dieser Küste noch bis in neuen Zeiten durch die Arbeiten des Vulkanes steten Veränderungen an ihrem Südende in den Umgebungen von Catania ausgesetzt gewesen. Hier bildet sich eine Stunde nördlich der Stadt durch zwei in historischen Zeiten in's Meer geflossene Lavaströme der noch gegenwärtig brauchbare Hafen von L'Ognina, als eine tiefe, geschützte Meeresbucht; auch Catania hatte in früheren Zeiten durch einen gleich einem Molo in's Meer fliefsenden Strom einen sichern Hafen erhalten, den indefs eine spätere Lava-Ergiefsung wieder ausfüllte. Das letzte dieser Ereignisse aber fiel im Jahre 1669 vor, als die Lava fast in der ganzen Breite der Stadt in das Meer flofs, das Kastell, welches damals eine Insel im Meere war, mit dem Festlande verband, und auf der Südseite der Stadt so weit vorrückte, dafs sehr leicht wieder ein schöner Molo daraus hätte entstehen können, wäre die Lava nur noch einige hundert Schritt weiter vorwärts gedrungen. Auch auf Island ist die Gestaltung der Meeresküste vielfach durch Lava-Ergiefsungen verändert worden. Bei dem grofsen Ausbruche,

welcher im Jahre 1730 auf der Insel Lanzerote erfolgte, flofs die Lavamasse gleichfalls in's Meer.

Ueber die Geschwindigkeit, mit welcher sich die im Flufs befindliche Lavamasse fortbewegt, besitzen wir eine grofse Zahl von Beobachtungen. Es ist indefs sehr begreiflich, dafs dieselben in ihren Angaben ungemein von einander abweichen müssen, denn diese Eigenschaft ist, wie schon Breislack bemerkt, wesentlich von drei oft sehr verschiedenartig einwirkenden Hauptursachen abhängig; von dem Grade der Dünnflüssigkeit der Lava, welcher mit der Entfernung von dem Ausbruchsorte bedeutend abnimmt, von der Neigung des Bodens, auf welchem die Lavamasse fortfliefst, und von der Stärke des Nachdringens durch den vom Krater her erneuerten Zuflufs. Nach den Verschiedenheiten, welche in jeder dieser drei Grundbedingungen vorkommen können, wird daher der Erfolg auch sehr abweichend ausfallen. D'Aubuisson, der sich bemüht hat aus den hierüber vorhandenen Angaben ein Mittel zu ziehen, fand, dafs die Lavaströme am Aetna schon schnell können genannt werden, wenn sie in einer Stunde 1200 Fufs Länge zurücklegen, die des Vesuv aber fliefsen in der Regel viel langsamer. Doch giebt es übrigens von dieser Angabe nach beiden Extremen hin viele bemerkenswerthe Ausnahmen.

Beispiele von sehr schnell fliefsenden Lavaströmen am Vesuv haben Hamilton und später L. v. Buch beobachtet. Der Erstere sah 1767 einen Lavastrom, der gegen Portici hinflofs, in noch nicht 2 Stunden Zeit 1200 Ruthen zurücklegen, ohnerachtet er an seinem Ende fast 800 Ruthen breit war; 1776 aber soll die Lava bei ihrem Entweichen aus dem Krater in den ersten 14 Minuten 600 Ruthen zurückgelegt haben, später dagegen flofs dieselbe so langsam, dafs sie an ihrem äufsersten Ende, welches Hamilton beobachtete, nur noch etwa 30 Fufs in dem Zeitraume einer Stunde zurücklegte.

Eine

Eine sehr schnelle Lava war die so oft erwähnte von 1794, denn sie flofs von ihrem Ausbruchsorte bis zum Meere nur 6 Stunden, um in dieser Zeit eine Strecke von 19000 Fufs zurückzulegen. Eine der schnellsten unter den beschriebenen war die Lava, welche den 15. August 1804 an der Südseite des Vesuv hervorbrach. Sie stürzte, wie L. v. Buch sich ausdrückt, an dem Abhange mit der Schnelligkeit des Windes herab, und schon in wenigen Minuten erreichte sie die Weingärten. Melograni versichert, dafs sie in den ersten 4 Minuten einen Raum von $\frac{3}{4}$ Meilen zurückgelegt habe, und es mufs diefs um so mehr noch hervorgehoben werden, da der Boden, auf dem sie flofs, nur eine geringe Neigung besafs. Späterhin flofs sie langsamer, doch hatte sie schon 3 Stunden nachdem sie zuerst bemerkt worden war, die grofse Strafse jenseits Torre del Greco überschritten, und 2 Stunden später ergofs sie sich in das Meer. Doch es scheint diefs noch keinesweges das Maximum der am Vesuv beobachteten Schnelligkeit von Lavaströmen gewesen zu seyn, denn Galiani berichtet, dafs einst eine aus dem Gipfel-Krater hervorquellende Lava, vom 17. Sept. 1631, die im Meere drei ansehnliche Vorgebirge bildete, diesen Weg in drei Stunden zurücklegte. — Dagegen haben wir auch freilich wieder Beweise von aufserordentlicher Langsamkeit der in Bewegung befindlichen Lava. P. Scrope sah einen Strom an dem Abhange des Aetna, der sich seit 9 Monaten immer noch flüssig erhielt, und in 24 Stunden etwa 5 Fufs weit vorrückte; das Minimum aber ist in dieser Rücksicht wohl eine durch Dolomieu wieder hervorgehobene Erfahrung Borelli's, welcher angiebt, dafs eine Lava 1614 am Fufse des Aetna hervorbrach, noch 10 Jahre lang sich in Bewegung erhielt, und in dieser Zeit nur überhaupt eine Länge von $\frac{1}{2}$ Meile erreichte.

Noch bleibt ein interessantes Verhältnifs an der im Fliefsen befindlichen Lava zu betrachten übrig, nämlich

die Gröfse der Wärme derselben; sowohl innerhalb der Wände des vulkanischen Heerdes, als auch nach ihrem Ausflusse. Diese Eigenschaft der Lava zu kennen, ist nicht nur wichtig für die Beurtheilung der Stärke des Schmelzprocesses, welcher im Innern der Erde stattfindet, sondern mehr noch um daraus auf die Art der Entstehung des Zustandes schliefsen zu können, in welchen wir die Lava nach ihrer Erhärtung versetzt finden. Deshalb haben auch alle Beobachter vulkanischer Erscheinungen diesem Gegenstande von jeher eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet, und es sind merkwürdig genug einige unter ihnen darüber, aus Gründen deren Werth uns erst später einleuchten wird, zu ganz wunderbar verschiedenen Resultaten gekommen. Die Einen, unter welchen wir nur von älterern Beobachtern Dolomieu, von neueren aber Poulet Scrope nennen wollen, haben behauptet, die Hitze der fliefsenden Lava könne nicht grofs seyn, ja sie erreiche selbst muthmafslich noch lange nicht den höchsten Grad künstlicher Hitze, welche wir in Schmelzöfen hervorzubringen im Stande sind, es sey die Lava nur als eine Art von erhitztem, dünnflüssigem Brei anzusehen, etwa wie eine mit Wasser innig durchdrungene Thonmasse, welche dadurch einen gewissen Grad zäher Flüssigkeit erlangt, dessen übrigens mehr oder minder klein zerriebene Theilchen von der Hitze nicht angegriffen würden. Die Andern dagegen, unter welchen wir vorzugsweise Spallanzani, Breislack, L. v. Buch und A. v. Humboldt nennen, sehen die Hitze der Lava als mindestens dem höchsten Grade derselben gleich an, welche wir hervorzubringen im Stande sind. Sie betrachten die Lava ausdrücklich als eine vollkommen geschmolzene Substanz, wie die geschmolzenen Metalle und Gläser, die erst nach dem Erkalten fest wird, nicht aber aus festen Partikeln besteht, welche nur während des Fliefsens über einander weggleiten.

Diese so oft von Neuem wieder angeregte Streitfrage

entscheiden zu können, würden begreiflich direkt an der Lava auszuführende Versuche über die Gröfse ihrer Hitze, während sie sich im Flusse befindet, nöthig werden, auch besitzen wir ja bekanntlich Instrumente, welche geeignet sind hohe Hitzegrade zu messen, in den sogenannten Pyrometern, und die Anwendung derselben bei der Lava ist deshalb auch bereits früh von Spallanzani in Vorschlag gebracht worden. Indefs hat noch Niemand diesen Vorschlag bis jetzt in Ausführung zu bringen vermocht, da die Anstellung solcher Versuche in der Nähe der Eruptions-Oeffnungen und an den Rändern fliefsender Ströme zu vielen und bisher unüberwindlich gefundenen Schwierigkeiten unterworfen ist. Wir müssen daher gegenwärtig unsere Ansichten über die Wärme der Lava nur von Verhältnissen hernehmen, welche die Natur selbst bisweilen zufällig herbeiführt.

Unter den bis jetzt angeführten Eigenschaften der Lava, welche wir kennen gelernt haben, spricht der hohe Grad von Flüssigkeit in vielen Fällen dafür, dafs sich dieselbe beim Austreten im Zustande wahrer Schmelzung befinde. Eine so schwere und schwer schmelzbare Masse als die Lava mufs unstreitig vollkommen geschmolzen seyn, wenn sie im Stande ist bei ihrem Austreten parabolisch in Strahlen auszuspritzen, und wenn sie mit einer Schnelligkeit wie der Strom von 1804 am Vesuv noch 4—5000 Fufs weit entfernt sich zu bewegen vermag. Die Beobachtung vielfältig langsamen Fliefsens, welches durch äufsere Nebenumstände erzeugt wird, hebt diese Thatsache nicht auf, und die Aussagen vieler Beobachter stimmen darin überein, dafs sich die Lava beim Austreten oft in einem Zustande so vollkommener Flüssigkeit befinde, dafs man sie nur mit dem Wasser eines rauschenden Bergstromes vergleichen könne. Noch viel mehr indefs zeigt sich die Hitze der Lava, wenn sie mit Körpern, die nur durch grofse Wärme eine Veränderung erleiden, in Berührung tritt.

Es ist eine schon mehrfach beobachtete Thatsache, dafs grofse Lavaströme, wenn sie in ihrem Laufe kleinere Hervorragungen des Bodens antreffen, diese durch Wegschmelzen entfernen. Vom Aetna berichtet Fazello, dafs ein Lavastrom 1536 einen Haufen von Steinblöcken zerschmolzen habe, welcher sich in einem kleinen Seebecken vorfand, das die Lava erreichte; Hamilton berichtet nach den Beobachtungen von Graf Winchelsea eine ähnliche schmelzende Wirkung von der Lava des Aetna von 1669. Soulavie sah im südlichen Frankreich zwei übereinandergeflossene Lavaströme, von denen der obere deutlich die Wirkung des Schmelzens auf den untern ausgeübt hatte. Besonders reich an bedeutenden Schmelzungen soll die Lava-Ergiefsung von 1783 auf Island gewesen seyn; äufserst sprechend und deutlich aber ist eine Beobachtung hieher gehöriger Erscheinungen, welche Bottis zu Neapel bei einem Ausbruche des Vesuv von 1779 anstellte. Er fand dort bei einem Besuche auf dem Berge, während die Lava noch flofs, eine Stelle, wo sich in der Kruste derselben ein trichterförmiges Loch gebildet hatte, und auf dem Boden dieses Trichters war die Lava fortwährend in brodelnder Bewegung begriffen. Sie verursachte dabei ein murmelndes Geräusch, dem vollkommen ähnlich, was man hört, wenn eine fette Flüssigkeit gekocht wird, und wenn er die umherliegenden Schlackenstücke hineinwarf, so wurden sie schnell glühend und schmolzen wie Pech zusammen. Spallanzani, welcher diese Beobachtungen mittheilt, fügt hinzu, dafs er, um solche Lavaschlacken im künstlichen Feuer zu schmelzen, in einem Reverberir-Ofen eine Hitze habe anwenden müssen, welche völlig so grofs war, als nöthig gewesen wäre um Eisen zu schmelzen, und doch war die Stelle, an welcher Bottis die Lava hier schmolz, schon beträchtlich von dem Orte ihres Auftretens entfernt, und daher schon merklich abgekühlt.

Nicht minder werden diese Beobachtungen über die

Hitze der Lava durch die Schmelzungen und Umänderungen bestätigt, welche andere Gegenstände erlitten, die zufällig mit der Lava in Berührung traten. Serac (bei Spallanzani) erzählt, dafs die Lava von 1737, als sie in das Karmeliterkloster bei Torre del Greco einbrach, die gläsernen Trinkgeschirre, die im Refektorium auf dem Tische standen, zerschmolz und sie in eine unförmliche Masse verwandelte; ja 1767 soll sie sogar in einigen Häusern Gläser geschmolzen haben, die in einer Höhe standen, welche die Feuerfluth nicht erreichte, und diefs würde dann allerdings einen sehr hohen Hitzegrad erweisen. Zuweilen gelang es auch, wie Cassano 1737 versuchte, Stücke Glas an der Oberfläche der frei fliefsenden Lava vor seinen Augen schmelzen zu sehen; mir selbst aber wollte dieser Versuch im Jahre 1832 am Vesuv nicht gelingen.

Ganz besonders interessant waren in dieser Beziehung die Beobachtungen, welche man über die Wirkungen der Lava von 1794 machte, als man nach der Zerstörung von Torre del Greco den festen Lavagrund wieder aufbrach, theils um Kostbarkeiten zu retten, die sich noch erhalten haben möchten, theils um die Fundamente zu der neuen Stadt aufzuführen, welche schon nach einem Jahre auf der alten Stelle erbaut wurde. Man fand dabei wesentlich folgende hauptsächlichsten Veränderungen.

Kalksteinstücke, welche in die Lava gefallen waren, hatten ihre Kohlensäure behalten und waren nur sandigkörnig (mehlig wie manche schlechteren Marmore) geworden, eine Beobachtung, welche sich unmittelbar an die früher erwähnten Kalkstein- und Marmor-Fragmente unter den Konglomeraten des Monte Somma anschliefst. Feuersteine waren in demselben Zustande muthmafslich durch viele erhaltene feine Risse undurchsichtig geworden und an der Oberfläche, an scharfen Kanten, waren sie deutlich angeschmolzen. Die Hitze der Lava, schien

es, war also hinreichend gewesen, die Kieselerde zu schmelzen. Das Glas der Fensterscheiben war in eine milchicht-durchscheinende, steinige Masse verwandelt, von welcher wir später noch sprechen werden; indefs ungleich merkwürdiger und eigenthümlicher noch waren die Veränderungen an metallischen Substanzen.

Geschmiedetes Eisen hatte durch die Berührung mit der Lava sich aufgebläht, und nahm wohl das Drei- und Vierfache seines früheren Volumens ein, ja es hatte dabei seine Dehnbarkeit verloren und bildete in seinem Innern octaëdrische Krystalle, Körner und Blätter, wie es diefs sonst nur unter begünstigenden Umständen thut, wenn es lange Zeit hindurch der Hohenofenhitze ausgesetzt war und in vollem Flusse erhalten wurde. Zuweilen fand man sogar die Oberfläche von gröfseren Eisenstangen vererzt und in fein krystallisirtes Magneteisen und in Eisenglanz verwandelt, auch Schwefelkies schien vorhanden gewesen zu seyn.

Kupfermünzen hatten ihr metallisches Ansehen verloren und waren in strahliges Rothkupfererz verwandelt worden; Goldmünzen hatten ihren Kupfergehalt auf der Oberfläche als einen dunkeln Ueberzug ausgesondert, und in Reliquienkästchen, welche zusammengeschmolzen waren, fand man in den durch Aufblähen entstandenen Blasenräumen octaëdrische Krystalle von glänzend reinem Silber, welche durch Verflüchtigung und Sublimation mufsten entstanden seyn. Kupfer- und Silbermünzen waren zusammengeschmolzen, und Blei hatte sich theils in Glätte, theils in deutlich krystallisirten Bleiglanz verwandelt.

Messing und Glockenmetall verhielten sich gleichfalls sehr eigenthümlich; sie waren geschmolzen und in ihre Hauptbestandtheile, Zink und Kupfer, zerlegt worden; ersteres erschien krystallisirt, theils metallisch, theils als Rothkupfererz, letzteres ebenfalls theils metallisch, theils als Blende in zierlichen Krystallen. Es ist

diefs mithin ein Schatz von Beobachtungen und Erfahrungen, welchem wir schwerlich irgend etwas Anderes an die Seite zu setzen vermögen. Parrot*) hat sich durch dieselben bewogen gefunden, die Temperatur dieser Lava reichlich auf dem Schmelzpunkte des Silbers anzunehmen, welcher nach Chaptal bei einer Temperatur von 1322° R. eintritt. Wir glauben indefs nicht von der Wahrheit entfernt zu bleiben, wenn wir statt dessen den Schmelzpunkt des Eisens annehmen, welcher sich bei 6060° R. befindet, und doch war diese Lava, bevor sie jene Wirkungen ausübte, schon fast $\frac{3}{4}$ Meilen geflossen, und mufste sehr viel Wärme, theils durch Mittheilung an die benachbarten Körper, theils durch die stets aus ihr sich entwickelnden Dämpfe verloren haben. Wir dürfen daher wohl mit J. Hall glauben, dafs die Hitze, welche Vulkane zu erzeugen im Stande sind, viel gröfser sey als nöthig wäre um die Steinmasse der Laven zu schmelzen, und dafs sie mithin Alles übertrifft, was wir von künstlicher Hitze hervorzurufen im Stande sind.

Ein anderer Umstand, welcher dazu beiträgt eine Vorstellung von der sehr starken Hitze der Lava zu erzeugen, darf hier nicht übergangen werden: es ist die Langsamkeit der Erkaltung derselben nach ihrem Ausflusse. Dafs die Lava auf ihrer Oberfläche, wahrscheinlich durch Mitwirkung der aus ihr entweichenden Dämpfe, ungemein schnell erkaltet, ist eine bereits oben umständlicher vorgetragene Thatsache, und es gründet sich darauf der Umstand, dafs es möglich ist, von Schlacken-Scholle zu Scholle schreitend queer über einen Lavastrom zu gehen, während er noch im Fortfliefsen befindlich ist. Diese merkwürdige und oft bezweifelte Erfahrung ist in der That nicht selten gemacht worden. Aelterer Beispiele nicht zu gedenken, will ich nur erwähnen, dafs einst Hamilton selbst in diesen Fall kam.

*) Physik der Erde, S. 225.

Bei der Eruption von 1779 hatte er sich dem Lavastrome sehr genähert, als sich plötzlich der Wind drehte, und ihm die unerträglichste Hitze und den erstickenden Dampf in's Gesicht wehte. An ein Zurückweichen war der Lokalität wegen kaum zu denken, und es zeigte daher der Führer, daſs es nicht schwer sey, über den Strom selbst zu wandern. Er war etwa 60 Fuſs breit und kaum 1000 Schritt von dem Ausbruchsorte entfernt. Man ging hinüber, ohne mehr als eine sehr empfindliche Hitze an den Füſsen zu empfinden und ohne Einsenkungen zu veranlassen; auch gleitete der Strom hier so langsam fort, daſs man nicht befürchten durfte das Gleichgewicht zu verlieren. Hamilton empfiehlt daher dieses Mittel als eine Zuflucht in der Noth, wenn man sich etwa unerwartet, wie schon öfter geschehen, auf einer Insel abgeschnitten zwischen zwei Armen eines Stromes befinden sollte. Ganz dasselbe versuchten Tausende von Menschen bei der Zerstörung von Torre del Greco, 1794; sie kehrten nämlich zwölf Stunden nach dem Einbruche der Lava, während sich dieselbe noch fortbewegte, über die Schlackenschollen nach ihren verlassenen Häusern zurück, um wo möglich noch zu retten, was das Feuer verschont hatte, und auf diese Weise war es möglich, mehrere Personen aus einem von Lava umflossenen Kloster zu retten, welche lange vergeblich um Hülfe gefleht hatten. So überschritt auch 1818 Clarke *) einen Lavastrom unter ganz ähnlichen Verhältnissen wie Hamilton, doch noch näher an seiner Mündung, wobei sich einer seiner Führer bedeutend verbrannte.

Es erkaltet nicht nur die Lava an ihrer Oberfläche sehr schnell, sondern ihre erkalteten Krusten sind auch überaus schlechte Wärmeleiter, sie können daher auch dem Innern der Masse des Stromes, den sie bedecken, nur sehr langsam die Wärme entziehen, um ihn erstar-

*) Gilb. Annal. 1819, No. IX. S. 59.

ren zu lassen; eben so wenig erfolgt die Ableitung der Wärme durch Entziehung gegen den Boden, der, wie wir gesehen haben, aus Schlacken gebildet wird. Nichtsdestoweniger aber gehört doch ein sehr bedeutender Hitzegrad dazu, um die Wärme im Innern des Stromes Monate ja Jahre lang in solchem Maafse zurückzuhalten, dafs sie fortwährend glühend oder gar flüssig bleibt. So erzählt Spallanzani vom Aetna, dafs, als er 1788 den Gipfel bestieg, er am Fufse des Kegels einen Lavastrom überschritt, welcher schon seit 11 Monaten zu fliefsen aufgehört hatte und noch fortwährend rauchte. Er sah Risse darin, aus welchen, selbst am hellen Tage, die rothe Gluth hervorschien, und als er einen Stock hineinsteckte, begann dieser sogleich in Flammen auszubrechen. Ganz dasselbe bemerkte Hamilton noch nach 5 Jahren an der Vesuvlava von 1766, und er erwähnt mehrere Beispiele von Laven, welche 3 bis 5 Jahre nach ihrem Ausbruche an einzelnen Stellen der Oberfläche noch Dämpfe ausstiefsen. Eines der grofsartigsten Beispiele vom langen Zurückhalten der Hitze aber kennen wir von der Lavamasse, welche den oberen Theil der geschwollenen Decke an dem Malpays des Jorullo bildet. Diese ungeheure Masse scheint in ihrem Centraltheile stellenweise bis nahe an 500 Fufs mächtig, und als A. v. Humboldt sie bereits 45 Jahre nach ihrem Ausbrechen besuchte, rauchte sie nicht nur noch sehr lebhaft, sondern die Bäche zuvor kalten Wassers, welche sich durch sie einen Weg gebahnt hatten, waren in heifse Mineralquellen von etwa 42° R. verwandelt worden. Die Hitze, welche von dem Lavafelde ausstrahlte, war mehrere Jahre nach dem Ausbruche hier so grofs gewesen, dafs diese Gegend rings umher dadurch unbewohnbar geworden war; gegenwärtig hauchten an der Oberfläche die zahlreichen kegelförmigen Erhöhungen noch einen Dampf aus, der in ihren Umgebungen im Schatten 34° — 35° R. verbreitete. 20 Jahre später (1824),

also 65 Jahre nach dem Ausbruche, besuchte ein englischer Reisender, Bullock, diese Gegend; er fand zwar die Lava noch sichtbar rauchend, doch soll ihre Temperatur sich inzwischen sehr abgekühlt haben, und die Quellen sollen jetzt nur um wenige Grade über der Mitteltemperatur der Atmosphäre erwärmt seyn.

Wenn nun die Lava erkaltet, so erscheint sie als eine harte, klingende Masse, deren Zusammensetzung wir näher kennen lernen wollen. Ihr Inneres ist, wie alle Beobachter bemerken, von oben niederwärts mit Blasen erfüllt, deren Lage, Form und Häufigkeit eine nähere Betrachtung verdient. L. v. Buch bemerkt, dafs alle Lavaströme sich in dieser Beziehung durch ein gleichartiges Verhalten auszeichnen. Auf der Oberfläche sind sie voll grofser, unregelmäfsiger Blasen, und wo keine Zerreifsungen, Verschiebungen und Hervorhebungen des Innern stattgefunden haben, ist daher die ganze Masse hier rauh, eine grobe, löchrige Schlacke. Tiefer hinein dagegen werden die Blasen immer kleiner und, indem sie sich stets weiter von einander entfernen, zugleich immer vereinzelter, bis sie endlich weiter im Innern der Lava ganz fehlen. Hier ist alsdann diese Masse nun ununterbrochen gleichförmig dicht geschlossen, und zeigt keine Spur ihres höher schlackenartigen Zustandes. Es ist diefs wie schon gesagt ein, allen Laven durchaus gemeinsames Verhältnifs, und es giebt unter denselben nicht etwa nur einzelne Ströme, welche blasig, und andere, welche dicht sind, doch ist auch die Ursache davon sehr leicht einzusehen.

Denn wenn im Innern der Lava, während sie fliefst, sich noch gasförmige Stoffe entwickeln, wenn ferner die Hitze die Feuchtigkeit des Bodens, über welchen die Lava sich fortbewegt, in Dämpfe verwandelt, so steigen diese Produkte durch die schwere, flüssige Lava empor, wie Luftblasen im Wasser. Bevor sie

alle auf der Oberfläche austreten und wie Seifenblasen zerplatzen können, nimmt die Zähigkeit der Lavamasse so zu, dafs einem grofsen Theile der Dämpfe der Austritt verwehrt wird. Die Wände der dickeren Flüssigkeit nehmen die Form einer Gasblase an, und so erstarrt finden wir dann die Reste der in ihr stecken gebliebenen Gasmassen. Da nun aber in dem Innersten der Lava, wie wir gesehen haben, die Flüssigkeit der Masse ohne grofse Zähigkeit sich am längsten erhält, so werden auch alle Gasentwicklungen durch sie entweichen können und keine Spur in ihr zurücklassen. Weiter nach oben und aufsen werden die Blasen, durch das Gewicht der über ihnen befindlichen Lavamasse zusammengeprefst, sich nicht ausdehnen können; doch die Expansion nimmt vermöge ihrer Elasticität immer mehr und mehr zu, je mehr sie sich der Oberfläche nähern, daher denn auch die Gröfse dieser Blasenräume und die schlackenartige Beschaffenheit des Gesteines, bis auf der Oberfläche selbst ein vollkommen schaumartiges, grofslöchriges Gefüge entsteht.

Die Form der einzelnen Blasen ist aber auch hier karakteristisch. Sie sind wie alle Gasblasen, welche durch eine dichtere Flüssigkeit aufsteigen, eigentlich birnförmig gestaltet, nach oben kuppelförmig gewölbt, nach unten zugespitzt. Da aber die Lava sich fortbewegt, während die Blasen in ihr aufsteigen, so wird diese normale, symmetrische Gestalt sich in eine unregelmäfsig langgezogene verwandeln. Das kuppelförmige Ende wird zur Seite gezogen und die walzenförmige, kegelartige Gestalt gegen die Spitze hin wird platt gedrückt werden, indem die zähen Wände dem Druck der Lavadecke nachzugeben vermögen. Die Spitze des Kegels wird daher nun in eine Schneide verwandelt werden, und die Längenaxe der Blasenräume selbst wird sich in der Richtung des Fliefsens befinden. Wird auf solche Weise diefs Verhältnifs beobachtet, so kann man

lange nach dem Erhärten der Lava, wie schon Dolomieu und Spallanzani bemerkt haben, aus der Lage der Blasenräume in einem Lavastrome auf die ursprüngliche Richtung ihres Fliefsens schliefsen, und diefs Kennzeichen ist für die Beurtheilung des Ursprungsortes alter Ströme, von denen nur noch einzelne Theile erhalten sind, von Wichtigkeit. Man wird ferner zu beurtheilen im Stande seyn, ob ein Strom einst wirklich auf einer abhängigen Fläche geflossen ist, wenn er auch später durch Veränderungen der Niveau-Verhältnisse in eine der horizontalen nahe Lage sollte gebracht worden seyn. Ja es wird noch ungleich wichtiger werden, wenn wir bedenken, dafs auch viele in älteren Perioden gebildete und mit Blasen erfüllte Gesteine, die Mandelsteine, in Bezug auf die Gestalt ihrer Blasen denselben Karakter tragen, und also beweisen, dafs die Vorgänge, welche zur Zeit ihrer Bildung stattfanden, ganz dieselben sind, welche noch heute von der vulkanischen Thätigkeit herbeigeführt werden.

Was die mineralogischen Karaktere der Lava betrifft, so sind dieselben, sobald wir in's Einzelne eingehen, in hohem Grade verschiedenartig; denn so zahlreich und verschieden die auf dem Heerde vulkanischer Wirkungen zur Schmelzung kommenden Mineral-Substanzen seyn können, so verschieden ist auch die Beschaffenheit ihrer zusammengeschmolzenen Produkte. In dieser allgemeinen Betrachtung aber schon liegt eine Wahrheit, die wir vor Allem hier hervorzuheben genöthigt sind, dafs wir nämlich unter dem Begriffe der Lava keinesweges, wie man doch häufig zu thun pflegt, irgend eine bestimmte, eigenthümliche Steinart, ein bestimmtes Gemenge von gewissen mineralogischen Species zu denken haben. Das Wort Lava schliefst keinen aus der mineralogischen Beschaffenheit ihrer Masse entnommenen Begriff ein, wie Granit, Syenit, Basalt, sondern ihr Wesen ist in der eigenthümlichen Art ihrer Entste-

hung gegründet. Alles was von Vulkanen in geschmolzenem Zustande ausgestofsen worden, und an den Abhängen derselben verbreitet und erhärtet ist, Alles diefs ist eben darum schon eine Lava, und könnte selbst Kalkstein feurig-flüssig von einem Berge herunterlaufen, wir müfsten ihn in solchem Falle eine Lavamasse nennen. Es verträgt sich daher auch sehr wohl mit diesem Begriffe, dafs ein und derselbe Vulkan in verschiedenen Epochen seiner Thätigkeit Lavamassen von abweichender Beschaffenheit erzeugt haben könne, je nachdem sich der Sitz seiner Wirkungen und das dort zum Schmelzen gebotene Material ändert; und wenn wir die verschiedenen Lavaarten eines Vulkanes aufzählen, so sind diefs nicht etwa nur untergeordnete Abänderungen einer allen zukommenden Hauptgesteinart, sondern es sind oft Substanzen von der, in mineralogischer Beziehung, abweichendsten Beschaffenheit, welche geschmolzen und hervorgetrieben eine gewisse Stufe der Thätigkeit in dem Feuerberge beurkunden, an welchem sie vorkommen. Betrachten wir aber die Substanzen, welche im Zustande der Lava gefunden werden, aus einem allgemeinen Gesichtspunkte, so finden wir schon in ihrem äufsern Ansehen eine aus ihrem Aggregat-Zustande hervorgehende, sehr wesentliche Verschiedenartigkeit, welche wir daher an die Spitze der Grundsätze stellen, nach welchen wir die Laven im Allgemeinen zu ordnen und übersichtlich darzustellen im Stande sind.

Die eine Klasse von Laven besitzt ganz die Zusammensetzungsweise und die allgemeinen Karaktere unserer gewöhnlichen Steinarten: sie ist hart ohne besondere Sprödigkeit, und frisch angebrochen im Ganzen matt und entweder deutlich körnig oder dicht oder erdig, ganz nach Art der bei uns herrschenden Gebirgsarten. Wir nennen sie die steinartige Lava. Die andere Klasse von Laven dagegen ist in ihren Karakteren ganz unsern durch Schmelzung entstandenen Glasarten ähnlich; sie

hat lebhafteren Glanz oder Schimmer, grofse Sprödigkeit und Scharfkantigkeit der Bruchstücke, und das gleichförmig dichte (wie erhärtet gallertartige) Gefüge, welches die Glasarten auszeichnet; wir nennen sie daher glasartige Lava oder vulkanisches Glas.

Alle Vulkane zwar bringen, so weit wir es wissen, diesen zwiefachen Zustand von Laven hervor, doch verdient es wohl schon hier hervorgehoben zu werden, dafs der steinartige überall bei weitem über den glasigen Karakter vorwaltet, und wir müssen hierauf um so mehr ein Gewicht legen, als man im Sinne der früher bei uns herrschenden, neptunischen Ansichten in der Geognosie gerade zu dem entgegengesetzten Glauben geneigt war, dafs Alles, was durch Schmelzung entstand, auch durch seinen glasartigen Karakter vor den aus dem Wasser vormals abgesetzten Gesteinen sich auszeichnen müsse. Ein Umstand, welcher veranlafste, dafs man von den Produkten der Vulkane fast stets nur die besonders auffallenden, glasartigen Schlackenstücke sammelte, und dafs daher unsere Begriffe von der Natur des bedeutendsten Theiles dieser Produkte lange Zeit hindurch nur sehr unvollkommen gewesen sind.

Die steinartige Lava besteht in ihrem vollkommen entwickelten Zustande, so weit wir wissen, niemals aus einer einfachen Mineralgattung, sondern sie ist vielmehr aus Krystalltheilchen verschiedener Mineralgattungen gebildet, welche so mit einander verbunden sind, dafs sie sich gegenseitig in ihrer krystallinischen Ausbildung gehemmt haben, und daher als vollkommen gleichzeitig gebildet müssen betrachtet werden. Findet in diesem Verhältnisse in bedeutenderen Massen der Lava völliges Gleichgewicht statt, ist kein Bestandtheil vor dem andern in seiner krystallinischen Ausbildung vorwaltend, so entsteht dadurch eine eigenthümliche Textur dieser Steinart, welche wir sowohl von ihrer Körnigkeit, als auch weil der Granit sie am vollkommensten darstellt, ein grani-

tisch-körniges Gefüge nennen. Wir dürfen mithin die vollendete Lava als das Produkt von einer krystallinisch-körnigen Vereinigung mehrerer Mineralgattungen ansehen. Indefs giebt es von dieser Grund-Textur, so wie auch beim Granit und den verwandten Gebirgsarten mehrere auffallende Abweichungen.

Zuweilen werden die krystallinischen Körner einiger Gattungen so klein, dafs man sie mit blofsem Auge gar nicht, oder doch nur mit Anstrengung unterscheidet; die Körner einer der andern zusammensetzenden Gattungen aber behalten ihre gewöhnliche Gröfse oder vergröfsern sich gar, so dafs das Ansehen entsteht, als ob einzelne Mineralkrystalle in einer dichten oder feinkörnigen Grundmasse, wie in einen Teig eingeknetet zerstreut liegen. Solch' ein Ansehen aber nennen wir ein porphyrartiges, und die ihm gehörige Abänderung des Gefüges wird das porphyrartige genannt.

Es kommt ferner der Fall vor, dafs alle die Lava zusammensetzenden Krystallkörner gleichzeitig so klein werden, dafs man sie kaum noch mit blofsem Auge unterscheiden kann, und so entsteht dann ein dichtes oder scheinbar dichtes Gefüge der Lava.

Endlich ist die Ausbildung der Krystallpartikelchen in der Lava so unvollkommen, dafs sie sich nicht mehr selbstständig aus der Mischung des Ganzen ausscheiden, und dann entsteht ein rohes, lockeres Gefüge, das wir erdige Textur nennen, erdige Lava.

Es zeigt sich uns also die steinartige Lava in Beziehung auf ihr Gefüge hauptsächlich theils als eine granitartige oder porphyrartige, dichte oder erdige Lava. In Beziehung auf ihre Zusammensetzung aber unterscheiden wir dieselben nach den Bestandtheilen, welche in ihr vorwalten, trotz der grofsen Menge derselben, welche im Einzelnen auftreten. Es bemerkten nämlich bereits alle Beobachter, und alle Wahrnehmungen stimmen darin überein, dafs trotz der grofsen Menge von Mineralgat-

tungen, welche in vulkanischen Verbindungen auftreten (eine Mannigfaltigkeit, welche in keiner andern Klasse von Gesteinen so grofs ist), dennoch vorzugsweise nur einige genannt werden können, welche so häufig wiederkehren und in so hohem Grade überwiegen, dafs durch sie der vorwaltende Karakter der Laven bestimmt wird. Dieser karakterisirenden Mineralien aber sind, so weit es für unsere Zwecke der Unterscheidung hinreicht, und wie Cordier bemerkt, wesentlich drei, nämlich: Feldspath, Augit und Titaneisen, wenn auf die feineren Unterschiede der zur Feldspathfamilie gehörenden Mineralien, wie Albit und Labrador, hier noch keine Rücksicht genommen wird.

Man kann nach ihnen die Laven füglich in zwei Hauptklassen sondern, da sich der Feldspath stets allein, aber Augit und Titaneisen immer nur zusammen hervorheben, und wir unterscheiden mithin im Allgemeinen Feldspath-Laven und Augit-Laven.

1. Die Feldspath-Laven zeichnen sich nächst der Zusammensetzung, welche in den meisten Fällen sehr leicht mit blofsen Augen von fern unterscheidbar ist, besonders noch durch ihre helle, fast immer weifsliche, weifslich- und gelblich-graue, seltner röthliche und eisenrothe Färbung aus; ferner durch ihre geringe Eigenschwere (etwa 2,4 bis 2,5), und durch ihre wenn gleich nicht immer vollständige Indifferenz gegen die Magnetnadel. Unter den vorzugsweise granitisch-körnigen, oft aber auch deutlich in's Porphyrartige, Dichte und Erdige in grofsen Massen übergehenden Feldspath-Laven, welche besonders häufig wiederkehren und daher ein besonders der Beachtung werthes, vulkanisches Gestein bilden, zeichnet sich vorzüglich der von Haüy zuerst so genannte Trachyt aus; er ward in früheren Schriften von Ramond, L. v. Buch, A. v. Humboldt Domit oder Trapp-Porphyr genannt, und ist dem Granit oft so täuschend ähnlich, dafs er in vielen Gegenden geradezu mit

mit ihm verwechselt ward; oft hat man ihn auch geradezu mit den älteren Porphyren verwechselt, und zuweilen, wenn man ihn erdig und aufgelöst fand, nannte man ihn auch mit den älteren, analogen Gesteinen Thonstein. Wir besitzen von dieser Gesteinart eine ausgezeichnete Schilderung durch L. v. Buch *), und sie besteht nach ihm wesentlich:

aus glasigem Feldspathe, voll Rissen, oft in einzelnen Krystallen grob porphyrartig ausgeschieden, nächstdem aus einzeln darin zerstreuten, schwarzen Glimmerblättchen und aus Hornblendenadeln; auf feinen Klüften zeigt sich Eisenglanz ausgeschieden, und nächstdem eine Menge minder wesentlicher Bestandtheile, wie Titanit, Augit, Quarz, kohlensaurer Kalk.

Dieses eigenthümliche Gestein, dieser Granit neuerer Vulkane ist übrigens nicht nur seines so häufigen Wiedervorkommens wegen merkwürdig, sondern es ist es mehr noch dadurch, dafs es fast immer die Grundlage und den Kern aller in neuen Epochen vulkanisirten Distrikte bildet. Fast im Innern aller Vulkane, wenn uns dasselbe hinreichend aufgeschlossen worden, stofsen wir immer wieder auf den Trachyt, wenn gleich auch ihre neuesten äufsern Bedeckungen aus den verschiedenartigsten vulkanischen Produktionen gebildet werden. So hat der Vesuv in den historischen Zeiten seiner Thätigkeit niemals Trachyt hervorgebracht, und doch bestehen grofsentheils seine ältesten Auswürflinge, welche aus dem Kern seiner Masse herrühren, aus Trachytarten. Dagegen haben die Vulkane der phlegräischen Felder der Insel Ischia, welche grofsentheils in vorhistorischen Zeiten thätig waren, fast nichts als Trachyt-Produktionen geliefert; auch aus dem innersten Kerne des Aetna, wo er im Val del bove erschlossen ist, ragen mächtige Trachytmassen hervor, und die ältesten Laven dieses

*) Berliner akadem. Abhandl. 1812 u. 1813. S. 129.

Berges zeigen ebenfalls nur das Gepräge dieser Felsart. In gleicher Weise besteht auch der innerste Kern der liparischen Inseln aus Trachyt, eben so auch der der Euganäischen Hügel bei Padua und die Vulkane im südlichen Frankreich, Mont d'Or, Cantal, Puy de Dôme, so wie auch die Riesen-Vulkane Amerika's, den Chimborazo an der Spitze, haben sich aus mächtigen Trachytmassen erhoben.

Es hat sich daher dieser Erscheinung wegen bei den meisten Geognosten die Ansicht gebildet, als sey der Trachyt höchst wahrscheinlich nur das Produkt einer durch Schmelzung bewirkten, ersten Umarbeitung der früher vorhandenen Gesteine, wie des Granits, welches sich daher überall da zeigt, wo die Vulkane bei ihrer ersten Entstehung die Granitkruste der Erde durchbrochen, und so eine dauernde Kommunikation zwischen der Atmosphäre und dem Erdinnern erzeugt haben. Das Detail dieser interessanten und gewiſs sehr wahrscheinlichen Ansicht hat L. v. Buch zuerst vorgetragen, und wir übergehen hier die zum Theil äuſserst merkwürdigen Anwendungen, welche von derselben ganz besonders in Beziehung auf die Vulkane im südlichen Frankreich gemacht wurden. Nur will ich noch hervorheben, daſs eine Zeit lang (zum Theil bis jetzt) die Meinung bestanden hat, als könne wahrer Trachyt dieser seiner Entstehung wegen nur in erweichten, geschmolzenen Massen aus dem Erdinnern hervorgetreten seyn, nicht aber wie wahre Lava bandartig geflossene Ströme bilden. Diese Ansicht indeſs widerlegt die Beobachtung, denn seit wir die Karaktere der Laven genauer kennen, hat man eine groſse Menge von Strömen (Solfatara, Ischia, Lipari, Aetna) kennen gelernt, deren Masse sich durch nichts in Zusammensetzung und Gefüge von wahrem Trachyt unterscheiden läſst. Immerhin bleibt es sehr merkwürdig, daſs wir den Trachyt stets als Kern aller vollkommen entwickelten Vulkane neuester Periode erblicken,

und L. v. Buch, welcher zuerst diese Erscheinung klar hervorhob, hat darauf ein sehr schönes und bisher noch immer wieder bestätigtes Mittel gegründet, einen Central-Vulkan, der den Mittelpunkt eines vulkanischen Systemes bildet, von den zufälligen Eruptionskegeln zu unterscheiden, welche sich um ihn her hin und wieder in seinem Wirkungskreise durch mehr zufällige, wandernde Ausbrüche erzeugt haben. Ein Central-Vulkan ist ein durchbrochener Trachyt-Kegel, welcher aus den Umgebungen später aufgeschütteter Massen hervorsteigt, und es läfst sich dieses Bild, wie wir gesehen haben, selbst auf den Vesuv anwenden.

Von diesem merkwürdigen Hauptgesteine her ist man nun übrigens mit Recht gewöhnt, alle feldspathreichen Laven, besonders wenn sie körnig sind, mit der Benennung von Trachyt-Laven zu belegen. Ist die Feldspathmasse dicht, hart und splittrig, ohne erkennbar krystallinisch-körnige Textur, so nennt man die aus ihr vorzugsweise bestehenden Laven wohl auch Hornstein- oder Petrosilex-Laven, und besonders war diefs früher der Fall. Sie schliefsen sich unmittelbar den sogenannten Hornstein- oder Jaspis-Porphyren älterer Perioden an, welche bekanntlich früher nicht für vulkanische Produkte gehalten wurden.

2. Die Augit-Laven, welche in ihrer Mischung Augit-Substanz mit Titaneisen vorwaltend enthalten, zeichnen sich im Allgemeinen vor den Feldspath-Laven durch ihre dunkle, dem Schwarz mehr oder minder genäherte Färbung aus. Sie haben ein bedeutend gröfseres specifisches Gewicht = 3,0 bis 3,25, und da ihr Metallgehalt wesentlich Eisen ist, so beunruhigen sie fast immer die Magnetnadel. Der Grundtypus oder das Hauptgestein dieser Familie von Laven, welches wir an Bedeutung dem Trachyt füglich an die Seite setzen können, ist der Basalt. Wiewohl derselbe bekanntlich meist als ein dichtes oder feinkörniges schwarzes Gestein erscheint, so hat

doch namentlich Cordier gezeigt, dafs er ein granitisch-feinkörniges Gemenge von wesentlich Feldspath, Augit (welcher öfter durch Hornblende ersetzt wird) und Titaneisen sey. Zuweilen erscheint diefs Gemenge selbst dem blofsen Auge deutlich, und tritt in gröber-körnigem Gefüge hervor, wie diefs u. a. sehr schön am Meifsner in Hessen der Fall ist, und dann wird dieser deutlich gemengte Basalt, Dolerit genannt. Gewöhnlich indefs entdeckt man bei den meisten scheinbar dichten Basalten auch die Mengung durch die Art ihrer Verwitterung, bei welcher der Feldspath zuerst angegriffen wird, und sich in hellfarbigen Thonpünktchen umändert.

Es ist bekannt, dafs von keiner Gebirgsart, bei welcher jemals aufmerksam die Ursache ihrer Entstehung betrachtet wurde, so lange und so hartnäckig über ihren vulkanischen oder neptunischen Ursprung gestritten worden ist, als über den des Basaltes. Noch ist es nicht lange her, dafs insbesondere in Deutschland, einer grofsen Autorität folgend, alle Basalte für entschieden aus dem Wasser gebildete Produkte gehalten wurden, während Andere dagegen sehr hartnäckig die vulkanische Entstehungsweise vertheidigten. Dieser Streit der Meinungen ist indefs in den neuesten Zeiten mit überwiegender Mehrheit zu Gunsten der vulkanischen Ansicht entschieden worden, und wir könnten sehr zufrieden seyn, wenn alle in der Geognosie schwebenden Probleme mit solchem Grade von Ueberzeugung gelöst wären, als das gegenwärtige *). — Die Basaltberge, welche so zahlreich auch in unserm Vaterlande zerstreut liegen, sind (das läfst sich von vielen erweisen) wahrscheinlich alle unter dem Meere ausgebrochene, geschmolzene Massen gewesen. Der grofse Druck, welchem sie wahrscheinlich bei ihren Ausbrüchen ausgesetzt waren, hat sie verhindert sich in regelmäfsigen Strömen an der Oberfläche auszubreiten,

*) Die Basaltgebilde in ihren Beziehungen zu normalen und abnormen Felsmassen, von K. C. v. Leonhard. 1832.

und die zerstörenden Wirkungen, welche die Gewässer auf sie ausübten, beraubten sie höchst wahrscheinlich grofsentheils ihrer Schlackenkruste, und liefsen nur den festen, dichten Kern zurück, welchen wir so häufig in vereinzelten Kegeln ohne erkennbare Kratere erhalten finden. Diese Vorstellung ist gegenwärtig keine nur wahrscheinliche, auf noch zweifelhaften Verhältnissen gestützte Hypothese mehr, sondern sie stützt sich auf unumstöfsliche Thatsachen, denn es haben sich noch immer bei genaueren Untersuchungen an unsern Basaltbergen die Spalten deutlich nachweisen lassen, aus welchen ihre Masse hervorgetrieben wurde, und man hat ferner an unzähligen mit dem Basalte in Berührung gekommenen Gesteinen sehr deutlich die Veränderungen wahrgenommen, welche ganz denen gleich sind, die nur durch Einwirkung einer beträchtlichen Hitze erklärt werden können. Endlich aber hat man auch bei Vergleichung der Gesteine entfernterer Gegenden mit den unsrigen den Basalten durchaus gleichartige Gebirgsarten, in deutlichen Strömen als wahre Lava, oder in Massen im Zusammenhange mit neueren Vulkanen gefunden, so im südlichen Frankreich, so an den Vulkanen Italiens und selbst auf den kanarischen Inseln. So gewifs als Trachyt den Kern dieser Vulkane bildet, so entschieden kommen auch die Basalte in den Umgebungen derselben, als die neueren Produktionen, als den Trachytkern bedeckend vor. Eine Thatsache, deren wahre Ursache zu erkennen wir noch sehr weit entfernt scheinen.

Man nennt daher übrigens mit demselben Rechte wie die Feldspath-Laven trachytische, so die an Augit reichen basaltische Laven, und wir können mithin als eine bei allen Vulkanen, welche genauer beobachtet wurden, gesetzmäfsig stets wiederkehrende Erscheinung anführen, dafs ihre älteren Produkte mehr trachytischer, ihre neueren mehr basaltischer Natur sind.

Unter den zahlreichen Abänderungen basaltischer Laven übrigens verdient noch eine vorzugsweise ihrer

Häufigkeit und Verbreitung wegen hervorgehoben zu werden. Sie ist ausgezeichnet durch das porphyrartige Vorkommen einer zahllosen Menge von kleinen, weifsgefärbten Krystallen, welche wie Perlen oder Erbsen in der Grundmasse liegen, und ihrer Härte wegen sonst gewöhnlich weifse Granaten genannt wurden. Man kennt sie jetzt als eine eigenthümliche Mineralgattung unter dem Namen Leucite, und wir nennen daher die von ihnen erfüllte Lava-Abänderung Leucit-Lava. Diese Abänderung ist ganz besonders verbreitet in den vulkanisirten Gegenden des Kirchenstaates, deren Vulkane jetzt sämmtlich erloschen sind, so zu Borghetto über Rom an der Tiber, in den Monti Cimini bei Viterbo, und besonders in den neuesten Theilen des Albaner-Gebirges, am Monte Cavo. Die aus der zerstörten Lava ausgewitterten Leucit-Krystalle bedecken in den Umgebungen von Frascati den Boden wie umhergesäete Erbsen in grobem Sande, so auch bei Rom bei dem Grabmale der Cecilia Metelli, genannt *Capo di Bove*. Der Vesuv producirt solcher Leucit-Laven noch heute in Menge, und fast die Mehrzahl seiner neueren Produkte gehört hieher. Interessant ist es wohl auch, dafs man diese Leucit-Laven sehr häufig in den Umgebungen des Laacher Sees in der Eifel findet; ebenso kennt man dieselben am Kaiserstuhl im Breisgau, dessen vorwaltende Masse ein wahrer Basalt und Dolerit ist. Nächst den Leuciten kommt übrigens immer noch Augit oder Hornblende in diesen Laven in Krystallen porphyrartig ausgeschieden zum Vorschein, nicht selten auch der schwarze Granat oder Melanit, sehr viel seltner schon Feldspath und aufser demselben in besondern Lokalitäten (wie bei *Capo di Bove*) eine grofse Menge eigenthümlicher Mineralien, welche wir hier übergehen müssen.

Es scheint passend, vor der Beendigung dieser Darstellung darauf aufmerksam zu machen, wie der hier her-

vorgehobene Hauptunterschied aller steinartigen Laven in zwei grofse Klassen sich auf eine sehr deutliche Weise auch in den älteren granitisch-körnigen oder porphyrartigen Gesteinen wieder bestätigt findet, an deren vulkanischer Entstehung man, einseitigen Grundsätzen der geognostischen Theorie nachgebend, so lange gezweifelt hat, ja wohl zum Theil noch zweifelt. Auch alle diese Gesteine, deren Aehnlichkeit mit den Laven in ihren Texturverhältnissen wir zum Theil schon hervorgehoben haben, zerfallen in zwei grofse Hauptklassen, deren eine durch den vorwaltenden Feldspath, die andere aber durch Hornblende und Augit karakterisirt wird. Als den Hauptrepräsentanten der ersten dieser Klassen stellt sich ganz von selbst der Granit dar, und die zunächst mit ihm verwandten Gesteine, welche Werner als die ältesten Glieder der von ihm so genannten Schieferformation ansah. Bei der zweiten dieser Hauptabtheilungen aber, welche sich besonders hervorhebt, erkannten schon Werner und seine Zeitgenossen die unumgängliche Nothwendigkeit an, die Produkte ihrer Bildung in verschiedenen Epochen als die Glieder einer, durch alle Zeiten sich fortbildenden Formation zu betrachten, welche er die Trappformation nannte. Das älteste unter den Gliedern derselben war ihm der Grünstein, als das neueste aber erschien ihm der Basalt, also schon eine zum Theil noch unter unsern Augen geflossene Lavamasse, welche er durch die Benennung der Flöz-Trappformation auszeichnete. In ganz ähnlicher Weise wissen wir gegenwärtig von den Porphyren, dafs dieselben durch Beachtung eines Unterschiedes, auf welchen zuerst L. v. Buch aufmerksam gemacht hat, in den Gliedern aller ihrer Bildungs-Epochen in Feldspath- und in Augitporphyre, oder in rothe und in schwarze Porphyre zerfällt werden müssen; und viele derselben, selbst auch aus älterer Zeit, sehen den porphyrartig gebildeten Laven aus der neuesten, noch fortdauernden Periode so überaus ähnlich, dafs sie in Hand-

stücken davon nicht unterschieden werden können, und dafs wir daher an der Gleichartigkeit ihrer ursprünglichen Entstehungsweise nicht füglich zweifeln dürfen.

Eine überaus merkwürdige Wahrheit ist in dieser Beziehung schon von einem ausgezeichneten Naturforscher in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts ausgesprochen worden, zu einer Zeit, als man in Deutschland noch sehr weit von der Anerkennung solcher Ansichten entfernt war. Als nämlich der verdiente schottische Physiker James Hall 1785 nach dem Aetna und den liparischen Inseln reiste, um dort die vulkanischen Produkte zu sammeln, kam er nach seiner Rückkehr zu der von ihm scharf ausgesprochenen Ueberzeugung, dafs es in seinem Vaterlande auch unter den ältesten seiner Bildungen keine Trapp-Gebirgsart gebe, welche nicht stets unter den Produkten des Aetna und seiner Nachbarn ein ihr vollkommen analoges Gegenstück finden liefse. Der Grünstein kann nicht anders denn als eine Varietät des oben berührten Dolerites angesehen werden, und auch oft geht er durch Kleinerwerden seiner Bestandtheile in ein scheinbar gleichförmiges, schwarzes, dem Basalt überaus ähnliches Gestein über. Auch ist so etwas in der That wohl kaum noch überraschend, seitdem wir die Thätigkeit der Vulkane nicht mehr als eine lokalbeschränkte Kraftäufserung isolirt stehender Verbrennungsprocesse, sondern vielmehr als eine ganz allgemeine, überall stattfindende und unter allen Gesteinen unserer festen Erdkruste sich fortziehende erkannt haben; seitdem kann es wohl nicht mehr als auffallend und widersinnig erscheinen, dafs diese Thätigkeit sich in allen Perioden der Erdbildung gezeigt und daher in allen auch ihre Produkte an die Oberfläche getrieben habe, welche sich doch eigentlich von den gegenwärtigen Laven nicht füglich mehr unterscheiden, als die Produkte eines und desselben Vulkanes in den verschiedenen Epochen seiner Wirksamkeit.

Uebrigens können wir hiebei nicht ganz übergehen, daſs, so wesentlich auch im Allgemeinen die trachytischen und die Basalt-Laven verschieden sind, es dennoch auch Zwischengesteine unter ihnen giebt, welche von den Karakteren beider Hauptarten etwa gleich viel an sich tragen, und in einzelnen Theilen ihrer Masse mehr nach der einen, in andern mehr nach der andern hinneigen. Man hat deshalb wohl vorgeschlagen, aus diesen Gesteinen eine eigene Familie zu bilden, und sie von der Vermischung der beiden karakteristischen Farben etwa Graustein-Laven zu nennen. De la Metherie *) hat in einer eigenen Abhandlung für dieselben den Namen Tephrin-Lava vorgeschlagen, welcher wohl hin und wieder gebraucht wird; indeſs gelangt man auf diese Weise nie zu Scheidungen ohne Uebergänge, und wir können nur vor der Einführung einer Menge jetzt üblich gewordener Abtheilungen in der Klassifikation der Steinlaven warnen, welche, anstatt Uebersichten zu gewähren, nur den Blick des Beobachters zu verwirren geeignet scheinen. So finden sich in v. Leonhard's Karakteristik der Felsarten nur allein 15 Hauptarten und gegen 50 Unterabtheilungen der Laven angeführt, und ähnliche minutiöse Zertheilungen derselben sind von Cordier veranlaſst und von Alex. Brongniart befolgt worden.

Das bedeutendste unter den Mittelgesteinen übrigens, welches bisher wenigstens stets so angeführt zu werden pflegte, ist der sogenannte Phonolith oder Klingstein, ein graues mit Feldspath-Krystallen porphyrartig versehenes, hartes, klingendes Gestein, das im Groſsen durch seine Neigung in Tafeln zu spalten auffällt, und daher insbesondere von Werner mit dem Namen Porphyr-Schiefer belegt ward. Es ist ganz besonders in basaltischen Gebirgen zu Hause, und bildet im böhmischen Mittelgebirge viele Kegelberge (namentlich den

*) *Journ. de Phys. T. LXII. p.* 267.

Schlofsberg bei Teplitz, den Biliner Stein); doch zeigt es sich auch in deutlichen Strömen im südlichen Frankreich, den Euganeen, und die Untersuchungen von Gmelin haben bewiesen, dafs dasselbe mit Recht zu den Feldspath-Laven zu rechnen und dem Trachyt näher zu stellen ist.

Die glasartigen Laven oder vulkanischen Gläser bedürfen keiner so vollständigen Erläuterung als die bis hieher so häufig verkannten Stein-Laven; sie unterscheiden sich in nichts von den Produkten der gewöhnlichen Schmelzprocesse in unseren Glasöfen und von den Glasschlacken, die bei der Ausschmelzung der Erze erhalten werden, und ihre Eigenthümlichkeiten sind daher nur nach dem Zustande der Verglasung und des zum Grunde liegenden Materiales verschieden, wovon wir die Hauptsachen hier kurz aufführen wollen.

Das vollkommenste aller vulkanischen Gläser ist schwarz, sehr lebhaft glasglänzend, fast ganz undurchsichtig, sehr spröde und in scharfkantige Bruchstücke zerspringend, allgemein bekannt unter der Benennung Obsidian; die Alten nannten es, wie erst neuerlich Blumenbach erwiesen hat: *Lapis opsianus* (ὀψίανος λίθος). Sein Vorkommen ist nicht so häufig als man wohl glauben sollte, er fehlt dem Vesuv fast durchaus, und schon Dolomieu bemerkt in seiner fleifsigen Sammlung vulkanischer Produkte und Spallanzani bestätigt es, dafs am Aetna kein wahres Glas zu finden sey, es sey denn in den überall vorkommenden, dünnen Schlacken-Ueberzügen. Auf den liparischen Inseln dagegen und besonders auf Vulcano und Lipari findet der Obsidian sich, bedeutende Theile ganzer Ströme bildend. Von Island, aus den Umgebungen des Hekla, ist er gleichfalls schon lange bekannt, und daher auch wohl häufig isländischer Achat genannt worden; Mackenzie entdeckte dort wenige Meilen nordwestlich vom Hekla einen überaus grofsen Obsidianstrom. Der Pic von Te-

neriffa gehört schon nach A. v. Humboldt's Zeugnifs zu denjenigen Vulkanen, welche vielleicht unter allen bekannten den meisten Obsidian ausgeworfen haben, denn stundenlange Strecken sind an seinem Abhange mit schneidenden Glasscherben bedeckt; auf Bourbon und in den Umgebungen der mexikanischen Vulkane hat man den Obsidian überaus häufig gefunden.

Wenn der reine Glas-Karakter der Obsidianmasse sich nicht vollkommen entwickelt hat oder verloren geht, so zeigen sich die vulkanischen Gläser matter im Bruche, nur wie gefirnifst an der Oberfläche, und gehen, indem sie immer mehr an Glanz, Sprödigkeit und Scharfkantigkeit ihrer Bruchstücke verlieren, allmälig in den beschriebenen steinartigen Zustand zurück. Für diesen Mittelzustand zwischen Glasmasse und Stein wählen wir nach dem Vorgange von Faujas de St. Fond die sehr schickliche Benennung Emaille, und die Körper, welche ihm angehören, fehlen unstreitig bei keinem Vulkane, wo sie sich denn nach Beschaffenheit der Umstände an Farbe, Glanz, eingeschlossenen Substanzen auf's Mannigfaltigste modificirt zeigen. — Man unterscheidet unter denselben ganz besonders zwei Arten, welche vorzugsweise häufig in vulkanisirten Distrikten vorkommen, nämlich Perlstein und Pechstein.

Der Perlstein kann wohl nicht besser definirt werden, als wenn man ihn einen etwas matter gewordenen Obsidian nennt, welcher die Eigenthümlichkeit besitzt, sich gern in kleine, kugelähnliche Stücke abzusondern, welche wie Perlen gestaltet, inwendig oft etwas fasrig erscheinen, selten aber vollkommen ausgebildet vorkommen. Sie gehen übrigens aufserdem so oft in den reinsten, deutlichsten Obsidian über und sind mit ihm häufig so innig verbunden, dafs man beide Gesteine kaum von einander trennen kann, wie diefs namentlich auch noch L. v. Buch und Breislack bezeugen. Der Perlstein erscheint besonders häufig in den erloschenen vul-

kanischen Distrikten von Ungarn, in den Gebirgen von Tokay, bei Schemnitz, und er bildet dort selbstständig ganze Felsmassen. In kleineren Massen kennen wir ihn überall, wo wir den Obsidian antreffen, und so namentlich auf Lipari.

Der Pechstein ist in noch vollkommenerem Sinne als der Perlstein ein Email zu nennen. Er liebt die dunkelbraunen und gelbbraunen Farben, hat nur einen matten Fett- oder Harzglanz in seinen vollkommeneren Stücken, eine schon viel geringere Sprödigkeit als der Obsidian, und geht zuletzt vollkommen in eine steinartige petrosilexähnliche Masse über. Dieses merkwürdige Gestein kommt in ganzen Massen im Trachyt vor, und ist also wohl besonders durch Schmelzung der Feldspath-Laven entstanden, welche den steinartigen Karakter nicht vollkommen annehmen konnten. Am Cantal, einem der vulkanischen Heerde des südlichen Frankreich, findet man den Pechstein in ganzen Strömen; in den Euganeen bei Padua, in Ungarn, steckt er mitten im Trachyt, auf den Ponza-Inseln im tyrrhenischen Meere bildet er immer, nach P. Scrope's Beobachtungen, die Grenzen und die Ränder des Trachytes gegen die ihn umgebenden Konglomerate. Es ist daher wohl unstreitig ganz interessant, daſs wir dieſs Gestein, dieses fast vollkommen vulkanische Glas auch mit den Porphyren der älteren Periode in unserm Lande als untergeordnete Masse in ähnlicher Verbindung wie mit dem Trachyt wiederfinden, und wir besitzen von diesem Vorkommen sogar ein sehr schönes Beispiel ganz in unserer Nähe, bei Meiſsen, wo im Thale der Triebsche eine ganze Felsenreihe aus Pechstein bestehend und im älteren Porphyr steckend vorkommt, und wo der Pechstein durch zunehmende Glasigkeit stellenweise in eine dem Obsidian schon höchst ähnliche Masse verwandelt wird, wo sich stellenweise aber auch aus seiner Grundmasse schon Feldspathkrystalle entwickeln, und so ein vollkommener Pech-

steinporphyr gebildet wird. Ganz ähnlich ist noch ein anderes Vorkommen zu Planitz bei Zwickau, und man wird zugeben, dafs diefs keine der unfruchtbarsten Analogieen sey, welche unsere Porphyre mit den in den neuesten Zeiten gebildeten Trachyt-Laven zeigen.

Noch giebt es eine eigenthümliche, vulkanische Glas-Substanz, welche zu bekannt ist, als dafs sie hier noch einer speciellen Karakteristik bedürfte, ich meine den Bimsstein. Er ist in der That, wie auch von allen Beobachtern bemerkt wird, nichts Anderes, als ein durch sehr starke Gas-Entwicklung, welche während des Zustandes seiner Schmelzung in ihm vorging, schaumig gewordenes Glas, dessen bekanntlich bis zum Schwimmen auf Wasser gesteigerte Leichtigkeit von zahllosen feinen Luftbläschen, die lichtgraue Farbe aber von der aufserordentlichen Dünnheit und Durchscheinheit der Wände zwischen diesen Bläschen herrührt. In der That ist auch nichts leichter, als den Bimsstein durch Zusammenschmelzen in ein dichtes, dunkles, dem Obsidian ähnliches Glas zu verwandeln, und er findet sich daher auch nur immer da, wo Obsidian sich erzeugt hat, und mit demselben in der innigsten Verbindung. Nach den zuerst von Mackenzie mit Obsidianen aus Island, von Faujas und Spallanzani mit denen von Lipari, und von A. v. Humboldt mit denen von Mexiko angestellten Versuchen, giebt es merkwürdiger Weise sehr viele darunter, ja es ist sogar die Regel, dafs die meisten Obsidiane, wenn sie erhitzt werden, und zwar selbst schon im gewöhnlichen Schmiedefeuer, sich aufblähen, ihre schwarze Farbe verlieren und in eine schaumige Masse, dem Bimsstein ähnlich, verwandelt werden. Diese Erscheinung hat übrigens, wenn wir sie genauer erwägen, sehr viel Räthselhaftes, und es ist deshalb wohl wünschenswerth, dafs sie von Neuem möge genauer untersucht werden; denn wenn das Obsidianglas einen so flüchtigen, aufblähenden Stoff enthält, welcher schon bei gewöhnlichem Schmiede-

feuer entweicht, so ist nicht wohl einzusehen, wie derselbe nicht bei der Hitze der fliefsenden Lava, als sie geschmolzen war, hätte entweichen müssen; und wenn er durch die Zähigkeit der fliefsenden Glasmasse in Blasen zurückgehalten ward, so ist wieder nicht wohl zu begreifen, wie überhaupt ein dichter Obsidian sich habe bilden können. Etwas folgt aber hieraus, was sich auch vollkommen in der Natur bestätigt findet, dafs nämlich die Hauptmasse der den Obsidian enthaltenden Ströme eigentlich aus Bimsstein bestehen müsse, und dafs nur stellenweise darin sich der wahre Obsidian finden werde.

Diefs ist denn u. a. nach meinen eigenen Beobachtungen auch wirklich mit den sogenannten Glasströmen auf Lipari der Fall. Ihre Hauptmasse ist wirklich ein wahrer Bimsstein, nur freilich ein Bimsstein von etwas ungewöhnlicher Art, denn die feinblasige Masse desselben hat sich im Zustande der Schmelzung fortbewegt, und die dadurch langgezogenen, feinen Bläschen haben also dem Ganzen eine schon mit blofsem Auge auffallende Fasertextur gegeben, und zwar so, dafs die Richtung der feinen Längsfasern in derselben konstant auch die Richtung des Fliefsens gewesen ist. Dieser Erscheinung haben wir uns mit Erfolg dort bedient, um an einzelnen, abgerissenen Felsmassen von alten Obsidianströmen ermitteln zu können, von welchem der Vulkane sie vormals geflossen sind. Es erhält selbst der Bimsstein dadurch eine Art von geschichtetem Gefüge, indem die Fasern sich streifenweise ordnen und senkrecht auf ihre Längenrichtung sich leicht von einander ablösen, daher man auch den Bimsstein in diesen Strömen sehr leicht in ziemlich dünnen, etwa zolldicken, quadratischen Platten gewinnt, welche nach Messina verführt, zu dem Baue von Gewölben verwendet werden. Die Betrachtung dieser Ströme ist sehr merkwürdig und anziehend durch Verfolgung der zahlreichen und auf's Mannigfaltigste wiederholten Uebergänge, welche immer zwischen der Ob-

sidianmasse und den Bimsteinen bemerkt werden. Der ganz lockere, grofsschaumige, nicht parallelfasrige Bimsstein, wie wir ihn bei uns in dem Handel und zu technischen Zwecken bestimmt zu sehen gewohnt sind, kommt nie in Strömen, sondern nur als lose Auswürflinge in den aufgeschütteten Kraterwänden vor, aus welchen die Bimsstein- und Obsidianströme hervorbrachen, und mit ihnen finden zugleich sich als Auswürflinge auch immer die reinsten und schönsten Obsidianstücke, welche zuweilen massive Blöcke von 2 bis 3 Fufs Durchmesser bilden, die durch ihre Schönheit sehr auffallen.

So ist es der Fall mit dem etwa 1000 F. hohen Monte campo bianco auf Lipari, dessen schneeweifse, aus Bimsstein-Konglomeraten aufgeschüttete Kraterwände im Kontrast gegen den mit dunkeln Obsidianblöcken bedeckten Lavastrom von Castagno, welcher daraus hervorbrach, einen ungemein schönen Anblick gewähren. — Es verdient hier wohl noch besonders hervorgehoben zu werden, dafs, wie schon Faujas bemerkte, keinesweges aller Obsidian in der Hitze diesem Aufblähen und der Verwandlung in Bimssteinmasse unterworfen ist; denn es giebt Obsidiane, welche geschmolzen stets wieder nur in ein schwarzes Glas sich verwandeln, das der ursprünglich angewendeten Masse durchaus ähnlich bleibt. Solcher Art scheinen nun ganz insbesondere die Obsidiane zu seyn, welche aus der Verglasung der basaltischen Laven hervorgingen; denn diese verdanken ihre schwarze Farbe dem Gehalt an Titaneisen, wovon sie nach Faujas zuweilen gegen 20 Procent enthalten, und sie geben daher geschmolzen immer eine schwarze, meist magnetische Glasperle. Die aus Verglasung der Trachyt-Laven entstandenen Obsidiane aber enthalten meist einen eigenthümlich flüchtigen, sie beim Schmelzen aufblähenden Stoff, dessen Natur noch nicht hinlänglich untersucht ist. Aus einigen Pechsteinen gewann zuerst Knox, nach ihm Ficinus u. A., durch trockne Destillation eine Sub-

stanz, welche räthselhafterweise den Karakter einer brenzlichen organischen Substanz trägt, indem sie an Geruch und Geschmack fast dem Tabacks-Oel gleicht. Wir wissen übrigens noch keinesweges ob, ja es ist selbst nicht einmal wahrscheinlich, dafs diese Substanz allein das Aufblähen der Gläser zu Bimsstein bewirkt.

Jedenfalls aber ist es immer sehr merkwürdig, dafs wir nun so auch in den vulkanischen Glasmassen bereits den Unterschied zwischen Trachyt- und Basalt-Laven wieder ausgedrückt finden, welcher schon bei Beurtheilung der Stein-Laven so wichtig und einflufsreich erscheint. Es gründet sich auch auf diese Wahrnehmung ein empirisches Kennzeichen, was für die Beurtheilung der Verhältnisse von Vulkanen zuweilen von Wichtigkeit seyn kann. Ueberall wo wir Bimssteine finden, oder von ihnen hören, sind wir nämlich, so weit unsere Erfahrungen reichen, auch zu schliefsen berechtigt, dafs der Vulkan, welcher sie erzeugte, vorzugsweise Trachyt-Laven ausbrach, und es zeigt sich diefs namentlich am Vesuv überaus deutlich; denn in seiner älteren Periode, als er, wie wir gesehen haben, noch viele Trachyt-Brocken auswarf, producirte dieser Berg auch eine grofse Masse von Bimsstein, welcher in den Konglomeraten des Monte Somma sehr häufig ist. Der letzte, welchen er auswarf, ward über Herculanum und Pompeji verbreitet, bei seinen späteren Thätigkeitsäufserungen aber hat dieser Berg immer nur basaltische und zwar meist Leucit-Laven geliefert, und wir finden daher an seinem aus neueren Auswürfen aufgethürmten Kegel durchaus keinen Bimsstein, auch ist niemals erwähnt worden, dafs er in neueren Zeiten je wieder dergleichen ausgeworfen habe. An den erloschenen Vulkanen der phlegräischen Felder aber, Solfatara, Monte nuovo, Barbaro, auf der Insel Ischia, auf den Ponza-Inseln ist der Bimsstein sehr häufig, ja er bildet in kleinen und sehr zerstörten Brocken sogar einen der Hauptbestandtheile, welche den Tuff in

den

den Umgebungen von Neapel, und namentlich den der langen Hügelreihe des Posilippo zusammensetzen, dafür sind aber auch die aus diesen Vulkanen hervorgebrochenen Laven immer nur von trachytischer Beschaffenheit gewesen. Die liparischen Inseln aber und die Insel Pantellaria, welche fast nichts als Trachyt-Laven erzeugt haben, sind auch bekanntlich überaus reich an Bimssteinen. Diese Beispiele mögen genügen, um die von uns hier vorgetragenen Ansichten als in der Natur der Sache selbst begründet zu zeigen.

Bevor wir nun diesen Gegenstand verlassen, scheint es wünschenswerth, noch einige Betrachtungen über die Natur der Processe anzustellen, welche bei dem Erkalten der Lava vorgehen und die Zustände hervorrufen, welche wir an derselben bereits kennen gelernt haben. Nothwendig mufs es auffallen, dafs wir unter den Laven eine so grofse, ja die überwiegende Menge von Körpern gefunden haben, welche sich in dem Zustande der Steine befinden, und so ganz in ihren Eigenschaften von dem der Schlacken oder der ihnen ähnlichen Substanzen abweichen, welche wir bei unseren künstlichen Schmelzprocessen in Kalk- und Glas-Oefen, bei metallurgischen Arbeiten gewöhnlich hervorgehen sehen. Wir fragen daher mit Rücksicht auf diesen Umstand ganz natürlich: wie ist es möglich, dafs unter gewissen Umständen solche Körper, welche durchaus nicht wie unsere gewöhnlichen geschmolzenen Substanzen (sondern wie Erden und Steine) aussehen, unter Einwirkung einer grofsen Hitze entstehen können? von welcher Art sind diese Umstände? welche Eigenschaften der Körper, die in Schmelzung gerathen, sind zur Hervorbringung dieses Zustandes nothwendig? welche Eigenthümlichkeiten des Feuers sind erforderlich, damit wir ein solches Resultat zu erhalten im Stande sind?

Diese für die allgemeine Kenntnifs von den Zuständen, welche die Körper bei ihrer Verfestung durchlaufen, so allgemein wichtige Frage hat schon sehr häufig und

anhaltend die Aufmerksamkeit der Gelehrten beschäftigt, denn sie ist aufserdem auch noch aus einem etwas eingeschränkteren, aus dem rein geognostischen Standpunkte merkwürdig.

Bei den so sehr getheilten Ansichten, welche in dieser Wissenschaft lange über die Ursachen der Entstehung unserer Erdrinde geherrscht haben, bei dem lange Zeit hindurch stattgefundenen, bis in die neueste Zeit hineingehenden Vorwalten der Meinung: als ob die Hauptmasse derselben ein Produkt des Niederschlages aus dem in früheren Zeiten allgemein über dem Festlande verbreiteten Gewässer seyen; mit einem Worte: bei dem lange hindurch stattgefundenen Vorwalten rein neptunischer Bildungs-Ansichten, war es gewöhnlich, alle krystallinisch-körnigen Gebirgsarten, wie der Granit und die Porphyre, als eine aus ihrer wässrigen Lösung niedergeschlagene oder krystallisirte Salzmasse zu betrachten, und in der That hatte man wohl Recht diefs zu thun, denn man kannte bis in die neuere Zeit keine andere Art von Krystallisationsvorgängen, als die unserer Salze, welche aus ihren Auflösungen anschiefsen, und dann, je nachdem sie langsamer oder rascher krystallisiren, eine mehr oder minder grob- oder kleinkörnig, verworren durch einander gewirrte Masse darbieten. Solch' eine einst aufgelöst gewesene und später durch irgend einen Vorgang krystallisirte Salz-Substanz, meinte man nun, sey der Granit, seyen die Porphyre ihrer nothwendigen Entstehung nach einst gewesen, und der Ocean, welcher zur Zeit ihrer Bildung das Festland bedeckte, habe die Mineralien, aus welchen sie bestehen, daher nothwendig einst aufgelöst enthalten müssen.

Diese Ansicht, so vollkommen sie auch den krystallinisch-körnigen Zustand der Gesteine zu erklären schien, hatte indefs stets mit der grofsen Schwierigkeit zu kämpfen, dafs die hier aus dem Wasser voraussetzlich gefällten Substanzen in demselben grofsentheils gar

nicht, oder doch meist nur in sehr geringem Grade lösbar gefunden wurden; der Feldspath, der Augit, die Leucite, das Titaneisen, sind bekanntlich weder in reinem Wasser noch in unserem gegenwärtigen Meerwasser lösbar, und doch sollten sie in demselben wie das Kochsalz im Wasser einst enthalten gewesen und später daraus krystallisirt seyn. Um diefs einigermafsen begreiflich zu machen, war man denn genöthigt vorauszusetzen, dafs der vorweltliche Ocean von ganz anderer Beschaffenheit als der gegenwärtige müsse gewesen seyn, dafs er die zur Auflösung der daraus vermeintlich niedergeschlagenen Substanzen nöthigen Säuren müsse enthalten haben; nur ward man freilich hiebei wieder in die Schwierigkeit verwickelt, zu erklären, wo denn diese Lösungsmittel geblieben, nachdem die von ihnen ergriffenen Substanzen daraus abgeschieden waren. Es war daher gewifs eine für unsere Kenntnifs von der Bildung der Erdrinde überaus wichtige Thatsache, als die Entdeckung gemacht ward, dafs unter den vulkanischen, unter unsern Augen geflossenen Substanzen viele sind, welche nicht den bisher immer für nothwendig gehaltenen Glas-Karakter tragen, sondern als krystallinische Aggregate verschiedener Mineralgattungen, den älteren Gesteinen analog, auftreten.

Der Erste, welcher diese Entdeckung gemacht hat, dem diefs Verhältnifs in seiner ganzen Wichtigkeit erschien, war unstreitig Torbern Bergmann *), welcher die vulkanischen Produkte einer genaueren chemischen Prüfung unterwarf. Ihm verdanken wir zuerst die Unterscheidung dieser Produkte in Gläser und Steinarten, und die nahe liegende Vergleichung der letzteren mit den älteren Gebirgsbildungen. Die Versuche indefs, diese Verhältnisse zu erklären, konnten bei ihm nur sehr unvollkommen ausfallen, da er Vulkane nicht in ihrer

*) *Journal de Phys. T. XVI.* 1780.

Thätigkeit gesehen hatte, und auch wohl das überwiegende Vorwalten der steinartigen Laven nicht kannte, welche man damals noch am wenigsten zu sammeln pflegte.

Nächst Bergmann behandelte Dolomieu diesen Gegenstand, welchen er durch eine reiche Naturansicht der von ihm eifrigst studirten Vulkane des südlichen Europa zu unterstützen im Stande war; das Resultat seiner Forschungen war zwar noch keinesweges befriedigend, indefs enthalten seine Betrachtungen doch einige der Aufmerksamkeit der Naturforscher überaus würdige Ansichten. Dolomieu glaubte mit Recht, dafs der Uebergang eines Körpers aus dem steinartigen Zustande in den glasartigen sein Wesen in einer Vernichtung der Individualität seiner Bestandtheile habe. Vorher gesondert in einzelnen Krystalltheilchen auftretend, schmelzen dieselben nun, wenn sie Glas werden, zu einer gleichförmigen Masse zusammen; erkaltet der Körper in diesem Zustande der gleichförmigen Vermischung seiner Theile, so ist das Produkt dieser Erkaltung ein vollkommenes Glas. Diesen Zustand des Glases aber hervorzurufen ist, bei den meisten Mineralkörpern, die Anwendung eines oft sehr bedeutenden Hitzegrades nothwendig; bei niedern Graden der Hitze bleiben sie unverändert, immer gesteigert aber verlieren sie plötzlich das gesonderte Hervortreten ihrer Bestandtheile und schmelzen zusammen.

Wenn nun aber, so schlofs Dolomieu, die Mehrzahl der Laven sich in einem nicht verglasten Zustande befinden, wenn sie nach dem Erkalten die Beschaffenheit der nicht vom Feuer veränderten Gebirgsarten besitzen, so können sie, meinte er, bei ihrem Ausbruche auch keinem sehr bedeutenden Hitzegrade ausgesetzt gewesen seyn. Die Lava mufste daher nach ihm grofsentheils, wie wir schon erwähnt haben, kein wahrhaft geschmolzener Körper gewesen seyn, ihr Fliefsen konnte kein wahrer Flufs seyn, wie der des geschmolzenen Glases und der Metalle, ihre Theilchen waren seiner Vorstellung nach durch die Kraft

der Hitze nur aufgelockert, nicht geschmolzen, und sie erhalten dadurch die Kraft, lose über einander hinzurollen, ja der Wärmestoff dient ihnen dabei wie eine Art Flufsmittel, wie etwa Wasser mit Sandkörnern oder Thon einen beweglichen, scheinbar gleichförmigen Schlamm zu bilden im Stande ist. Entweicht er, so fallen die unzerstörten, nur aufgelockerten Mineralpartikelchen zusammen, und stellen eine zusammengekittete, körnige Masse von derselben steinartigen Beschaffenheit wie zuvor dar. Da man nun übrigens bei körnigen Gesteinen, welche künstlich erhitzt werden, einen solchen Zustand der Auflockerung und Verschiebbarkeit ihrer Theilchen nicht ihrer Schmelzung vorhergehen sieht, so sah sich Dolomieu genöthigt anzunehmen, dafs ein sehr lange anhaltender, niederer Hitzegrad solche Erscheinungen hervorzurufen im Stande sey. Er meinte, dafs, wenn die Körper, wie es im Innern der Vulkane der Fall ist, lange Zeit hindurch einer Erhitzung ausgesetzt sind, sie endlich so von Wärme durchdrungen werden, dafs, ihre Theilchen ohne zu schmelzen sich nur von einander mechanisch zu lösen vermögen. Da indefs übrigens die Lava doch in der That oft sehr dünnflüssig seyn kann, indem sie völlig nach den Gesetzen flüssiger Körper dahinströmt, so war er genöthigt anzunehmen, dafs sie bei ihrer Ergiefsung eine leicht schmelzbare, flüssige Substanz enthalte, in welcher gleichsam die aufgelockerten Theilchen derselben schwimmen und welche dann bei dem Festwerden entweiche.

Unter den Stoffen aber, welche diese Rolle möglicherweise übernehmen könnten, schien ihm besonders der bei den meisten vulkanischen Erscheinungen so häufig in Betracht kommende Schwefel geeignet solche Wirkungen hervorzubringen. Schon bei so sehr niedern Hitzegraden schmelzend, konnte er als flüssige, geschmolzene Masse sehr leicht aus den Vulkanen hervorgetrieben werden, die Krystalltheilchen der Lava mit sich herabwälzen, und an der Luft während des Erstarrens durch Verbrennung ent-

weichen. Daher auch finde man den Schwefel in verhältnifsmäfsig stets nur geringer Menge in der erkalteten Lava, doch rieche man ihn vorwaltend so häufig in den von ihr ausgehenden Dämpfen während des Fliefsens.

Diese in sich so gerundete Ansicht, welche namentlich durch den Karakter einer grofsen Konsequenz in ihren Elementen für sich einnimmt, ward sehr bald durch die Untersuchung von Dolomieu's Zeitgenossen Spallanzani einer genaueren, an Versuchen und Beobachtungen überaus reichen, anziehenden Prüfung unterworfen.

Spallanzani machte eine sehr grofse Menge von Schmelzversuchen mit Laven und mit andern verwandten Gesteinen aus allen Theilen Italiens, und da er fand, dafs sie alle bei einer Hitze, welche die Lava in den Vulkanen wenigstens besitzen mufs, ihre mineralogischen Eigenthümlichkeiten einbüfsen und sich in eine gleichförmige Glasmasse verwandeln, so versuchte er die von Dolomieu vorausgesetzten Erfordernisse künstlich nachzuahmen, und setzte die Lavamassen einer verhältnifsmäfsig geringen Erhitzung lange anhaltend für längere Zeit aus. Die Einrichtung der Glasöfen zu Pavia gab ihm Gelegenheit, diesen seinen Versuchen die erwünschte Vollendung und Ausdehnung zu geben. Er schlofs Lavastücke in Höhlungen von den Wänden der Schmelztiegel ein, und setzte sie so verschieden erhöhten Hitzegraden während 45, ja bei einigen bis zu 90 Tagen lang aus, ohne sie zu schmelzen. Das Resultat was er erlangte war nur, dafs ein geringer Hitzegrad lange anhaltend ähnliche Wirkungen hervorbringt, wie ein gröfserer schnell vorübergehend. Die so behandelten Laven verglasten sich, ohne zuvor aufgelockerte, körnige Gesteine zu bilden, allmälig von aufsen nach innen, und nach 90 Tagen Verlauf waren auch die strengflüssigsten durch und durch in eine gleichförmige Glasmasse verwandelt. — Spallanzani untersuchte ferner, ob etwa nach der Voraussetzung Dolomieu's ein Zusatz von Schwefel die Flüssigkeit der Lava

befördere, und ob die Produkte der Erkaltung nach dem Schmelzen mit demselben vielleicht steinartige, nicht glasige, krystallinisch-körnige Substanzen geben möchten. Er vermengte deshalb eine und dieselbe Lava gepulvert mit $\frac{3}{4}$ Theilen Schwefel, und setzte beide, die gemengte und die ungemengte, denselben Hitzegraden aus; er bemerkte dabei, daſs beiderlei Laven genau gleich viel Zeit brauchten, um im Fluſs zu gerathen, und nach dem Erkalten waren beide genau in dieselbe Art von Gläsern verwandelt. Ganz dasselbe zeigte sich auch, wenn statt des Schwefels Schwefelkies angewendet wurde, welchen wir vielleicht auf der Werkstätte der Vulkane vorhanden voraussetzen dürften. Es bestätigten sich also Dolomieu's Ansichten durchaus nicht, und Spallanzani macht gegen die Möglichkeit derselben auch noch eine Menge von andern sehr triftigen Einwendungen. Er sagt nämlich, daſs, wenn wirklich in der Lava ein verbrennliches, flüchtiges Fluſsmittel vorhanden wäre, man dieselbe nothwendig beim Flieſsen mit heller Flamme müsse brennen sehen, während solche Erscheinungen an der Lava nie beobachtet werden, sondern daſs die Flammen, welche auf ihr erscheinen, nur von zufälligen Verbrennungen fremder Körper erzeugt werden. Eben so richtig ist gewiſs die Bemerkung, daſs, wenn Lava einmal erkaltet ist, sie nach Dolomieu's Ansicht, da das Fluſsmittel aus ihr entwichen war, sehr viel schwerer würde wieder schmelzen können als zuvor; wir haben indeſs gesehen, daſs die einmal erkaltete Lava sehr leicht wieder in Fluſs zu versetzen ist, und zwar bei einer Temperatur, welche sie während ihrer ersten Flüssigkeit erweislich schon entschieden gehabt hat.

Spallanzani gelangte durch seine Versuche und nach vielen Bemühungen auch zu einem eignen, aber freilich wohl sehr wunderlichen Resultate über diese Verhältnisse. Von den Ansichten Dolomieu's ausgehend, daſs die Verglasung eine Vernichtung der Individualität

der Krystalltheilchen sey, und bemerkend, dafs diese Verglasung bei den meisten Laven wirklich nicht stattfinde, kam er zu der seltsamen Meinung, dafs das Feuer der Vulkane von dem künstlich erzeugbaren, uns dienenden völlig verschieden seyn müsse; denn, sagte er, dieses Feuer hebt den krystallinischen Zusammenhang von Theilchen nicht auf, welchen unsere künstliche Hitze schon sehr leicht zerstört, einige Mineralgattungen aber, welche wir im künstlichen Feuer nicht schmelzen konnten, wie Leucite, Granaten, schmilzt das vulkanische Feuer mit Leichtigkeit. Es üben daher, so schlofs er, beide Arten von Feuer geradezu entgegengesetzte Wirkungen aus, und er meinte, diefs sey eine Art von physikalischem Räthsel, dessen Lösung zu finden wohl niemals gelingen werde.

So befand man sich denn scheinbar in einem Labyrinthe, dessen Dunkel durch keine daraus zurechtweisende Thatsache erhellt wurde; doch gelang es, in derselben Zeit noch eine Thatsache aufzufinden, deren Beachtung und weitere Anwendung dieses Problem bald auf eine befriedigende Weise zu lösen gestattete.

Es wurde schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts durch den ausgezeichneten französischen Physiker Reaumur*) die Bemerkung gemacht, dafs es Fälle gebe, in welchen das gewöhnliche, künstlich bereitete Glas unter Einwirkung der Hitze aus dem glasartigen Zustande in den eines steinähnlichen, krystallinisch gebildeten Körpers übergehen könne. Er erhielt nämlich ein solches Produkt, welches sich von dem gewöhnlichen Glase durch die Annahme einer milchweifsen oder grauen Farbe, durch völlige Undurchsichtigkeit, matten Bruch, und eine Art von körnigem oder krystallinisch-fasrigem Gefüge auszeichnet, wenn er das Glas eng umschlossen mit pulverförmigen Substanzen, Gyps, Sand u. dergl., längere Zeit

*) *Mém. de l'Acad. roy. des scienc. de Paris*, 1739. *p.* 374.

hindurch der Glühhitze aussetzte, und es dann in denselben erkalten liefs. Man nannte diesen merkwürdigen, neu erhaltenen Körper nach dem Entdecker Reaumursches Porcellan, ohne denselben zuerst weiter einer besondern Beachtung zu würdigen. Später machte man wiederholt die Bemerkung, dafs durch zufällige Umstände, auch ohne diese Art von Cementation, Glas in den steinartigen Zustand verwandelt werde, und aus zahlreichen Erfahrungen, die man in Glashütten, Schmelzöfen gelegentlich anzustellen Veranlassung fand, ging hervor, dafs diese Erscheinung wesentlich nur durch ein langsames Abkühlen der im Flufs befindlichen Glasmasse bewirkt werde; es hätte mithin Reaumur bei seinen Versuchen das Glas nur durch enge Umhüllung mit schlechten Wärmeleitern umgeben, was der Entstehung eines steinartigen Gefüges ganz besonders günstig seyn mufste. Man betrachtete daher diese Art der Umwandlung des Glases in Stein als ein allgemein stattfindendes physikalisches Phänomen, welches man mit dem Namen der Entglasung (*devitrification*) belegte.

Die Zahl der Schriftsteller, welche über dieses Verhältnifs Betrachtungen angestellt und dahin gehörige Thatsachen erwähnt haben, ist sehr grofs, und es möchte daher schwer und auch undankbar seyn, in aller Strenge auszumitteln, wer zuerst wieder diesen Gegenstand aus dem für uns interessanten Gesichtspunkte betrachtet habe. Einer der ersten Beobachter, welcher eine hieher gehörige Thatsache hervorhob, war unstreitig der schottische Naturforscher Dr. Keir. Er erzählt, dafs durch Vernachlässigung der Arbeiter in einer Glasfabrik zu Leith ein grofser Glashafen mit geschmolzenem grünen Bouteillenglase erfüllt zum Erkalten kam, und dafs man, als diese Masse nun wieder geschmolzen und gebraucht werden sollte, sie mit Verwunderung in einen ganz eigenthümlichen, steinähnlichen Körper umgewandelt fand.

Interessanter unstreitig sind indefs wohl in dieser Beziehung keine Beobachtungen als die, welche von Dar-

tigues und von Fleuriau de Bellevue *) gemacht wurden. Der Erstere war Besitzer einiger ansehnlichen Glashütten, und er bemerkte, dafs man auf dem Boden der Glasöfen gewöhnlich beträchtliche Höhlungen antreffe, die in der Regel eine Art Glas enthalten, welches aus dem vom Tiegel übergelaufenen Glase, in Verbindung mit Ofenstein, geschmolzener Asche, gebildet wird. Läfst man den Glasofen, nachdem er hinlänglich lange gedient hat, auslöschen, so erkaltet dieses von mehreren Kubik-Klaftern Mauer umgebene und mehr als ein Jahr lang erhitzt gewesene Glas überaus langsam, und man findet es dann zuletzt beim Zerbrechen natürlich auf den mannigfaltigsten Stufen der Entglasung, bei deren Anblicke man sehr häufig an seinen vormaligen Zustand noch kaum würde denken können, fände man es nicht in der eben erwähnten Verbindung. Dartigues sah einige von diesen entglasten Massen, welche so vollkommen ein feinkörniges Gefüge angenommen hatten, dafs man es sehr leicht für einen feinkörnigen Sandstein hätte ansehen können; man konnte es indefs sehr leicht durch alle Arten von Uebergängen bis zum vollkommenen Email verfolgen. Andere Stücke waren fasrig geworden und schienen, ganz wie es bei entglasten Obsidianen der Fall ist, wie beim Perlstein, aus kleinen, strahlenförmig auseinanderlaufenden Krystallnadeln gebildet; zuweilen sah man einzelne solche bis 1½ Linien lange Krystallnadeln wie schwimmend vereinzelt in der Glas- oder Email-Masse zerstreut, und es bildete sich hier also ein wahrer Obsidian- oder Pechstein-Porphyr. Ja zuweilen bildeten diese strahlenförmigen Parthieen näher zusammenrückend kleine, sich von einander absondernde Kugeln, wie diefs beim Perlstein der Fall ist.

Was indefs Dartigues nur bei dieser einen gün-

*) *Journ. de Phys. T. LIX.* und *LX.; Annal. de Chim. T. L. p.* 322.

stigen Gelegenheit zu bemerken verstattet war, das zeigte Fleuriau de Bellevue vielfach bestätigt durch fleifsiges Sammeln von gelegentlich erhaltenen Produkten aus Glashütten, Kalköfen, Eisenhütten. Er schrieb über diesen Gegenstand 1802 eine sehr gehaltreiche Abhandlung, aus welcher hervorgeht, dafs sich ursprüngliche Glasmassen als das Produkt künstlicher Schmelzprocesse unbedenklich in allen den verschiedenartigen Zuständen des Gefüges und variirender Zusammensetzung finden, in welcher unsere steinähnlichen Gebirgsarten vorkommen; fasrige, körnige, dichte und selbst erdige Massen, keine von allen im Entferntesten an den Glas-Ursprung erinnernd, waren sehr häufig erhalten worden. Einzelne dichte Substanzen sahen vollkommen der von uns oben erwähnten Petrosilex-Grundmasse vieler Laven und Porphyre höchst ähnlich, und in ihnen lagen kleine, sechsseitige Krystallsäulen zerstreut, vollkommen wie die Feldspathkrystalle in der Porphyr-Grundmasse. Oft bildeten solche Krystalle, deren mineralogische Natur wir leider nicht näher untersucht finden, Drusen in Blasenräumen, wie diefs in den Blasenräumen vieler Laven ja so häufig ist. Andere waren einem Hornblende- oder Trapp-Gesteine aus den Alpen, oder basaltischen Laven vom Monte Somma, vom Aetna durchaus ähnlich. Noch andere bestanden unter der Loupe sehr deutlich aus mehrerlei durcheinander krystallisirten Substanzen, konnten also füglich als ein granitisch-körniges Gestein gelten. Einzelne fasrige Substanzen waren so vollkommen matt und seidenglänzend, fasrig und milchweifs, wie die schönsten Tremolith- oder Asbest-Stücke, und nur durch nähere chemische Prüfung fanden sich unter diesen und den ihnen ähnlichen Mineralkörpern wesentliche Verschiedenheiten.

Vauquelin, welcher einige dieser Fasersubstanzen analysirte, fand in ihrer Zusammensetzung eine vollkommene Uebereinstimmung mit einigen Zeolithen, welche nicht selten in den Blasenräumen mancher Laven

und noch häufiger in vielen Basalten vorkommen. Als Fleuriau de Bellevue Stücke dieser Substanz ohne ihren Ursprung anzugeben nach Paris schickte, wurde dieselbe allgemein für ein natürliches Mineral angesehen. Ganz derselben Art, nur freilich übrigens selten so vollkommen entwickelt, waren die Erscheinungen, welche auch mehrfältig von andern Beobachtern bemerkt wurden, und wir erhalten dadurch zunächst also die vollständige Ueberzeugung, daſs keinesweges unter allen Umständen als das Produkt einer Schmelzung erdiger Mineralkörper immer nur Glas könne erzeugt werden, wie dieſs alle früheren Beobachter von vulkanischen Erscheinungen geglaubt haben.

Der Versuch, diese merkwürdige Eigenschaft der Mineralkörper, aus dem glasigen Zustande in den steinigen überzugehen, zu erklären, muſste natürlich mit einer Betrachtung der verschiedenen Eigenschaften des Glases vor und nach seiner Entglasung beginnen; man fand dabei merkwürdig genug, daſs das Glas nicht nur durch seine Entglasung sein bisheriges äuſseres Ansehen verändere, sondern es ändert damit auch noch manche andere seiner physischen Eigenschaften. Die entglaste Masse ist nach mehrfachen Beobachtungen um ein Beträchtliches schwerer schmelzbar, als in ihrem ursprünglichen Zustande, sie ist härter als zuvor, ja sie ist selbst auch specifisch schwerer, nach Guyton Morveau statt 2,62 = 2,77 bis 2,80, und wird ein Leiter der Elektricität, statt daſs das Glas sonst bekanntlich einer der kräftigsten Isolatoren derselben ist. Sie erlangt die Eigenthümlichkeit vieler Mineralkörper, namentlich der Zeolithe, mit Salpetersäure eine Gallerte zu bilden. Man glaubte daher, eine solche Veränderung der Eigenschaften könne nicht ohne eine Veränderung in der chemischen Zusammensetzung der Bestandtheile stattfinden, und namentlich glaubten auch Einige in dieser Beziehung bemerkt zu haben (Kirwan, Fleuriau), daſs diese entglasten Massen

wenig oder gar kein Kali oder Natron enthalten. Diese Meinung indefs widerlegt sich von selbst durch die Erfahrung, da die Versuche von J. Hall es erwiesen haben, dafs diese entglasten Körper umgeschmolzen sich in Glas von seinen alten Eigenschaften verwandeln, ja dafs man diesen Versuch so oft als man wolle wiederholen könne. Es widerlegt übrigens diese Voraussetzung auch noch die merkwürdige Erfahrung von Magnus *), dafs wahrscheinlich alle Mineralien, wenn sie geschmolzen werden, ohne ihre chemische Beschaffenheit zu verändern, und wenn sie nun in diesem geschmolzenen Zustande und als Glasmasse erscheinen, eine sehr merkliche Verminderung ihres specifischen Gewichtes erleiden. Es gelang ihm zwar die Ausmittelung dieses Verhältnisses nur an sehr wenigen Substanzen, da die meisten derselben beim Schmelzen Wasser verlieren, oder die in ihnen enthaltenen Metalle ihren Oxydationszustand ändern, oder nach dem Erkalten rasch wieder krystallisiren; sie zeigte sich indefs ganz konstant am Vesuvian, dessen specifisches Gewicht ungeschmolzen 3,35 bis 3,45, geschmolzen als Glas aber 2,94 bis 2,95 beträgt, und muthmafslich am Feldspath, dessen specifisches Gewicht sich von 2,55 auf 1,921 ändert.

Diese merkwürdige Beobachtung aber giebt uns zugleich auch noch auf eine sehr befriedigende Weise den Schlüssel zur Erklärung des Ueberganges der Gläser in den steinartigen Zustand. Wir erhalten dadurch die vollkommene Ueberzeugung von der Richtigkeit der zuerst von Dolomieu gemachten Voraussetzung, dafs der glasartige Zustand eines und desselben Körpers von dem steinartigen desselben nicht in einer chemischen Verschiedenheit seiner Bestandtheile, sondern nur in einem verschiedenartigen Aggregatzustande beruhe. Wird ein steinartiger oder aus krystallinischen Mineraltheilen zusam-

*) Poggend. Annal. XX. S. 477, und XXII. S. 391.

mengesetzter Körper geschmolzen, so wird die regelmäfsige Anordnung dieser Theilchen nur aufgehoben, sie werden sich in einer unordentlichen, vollkommen indifferenten Lage befinden, und es wird dadurch eine scheinbar gleichförmige flüssige Masse gebildet werden, deren Theilchen nach jeder beliebigen Richtung verschiebbar werden seyn müssen. Soll nun aber aus dieser indifferenten Flüssigkeit sich wieder bei der Verfestung ein krystallinischer Zustand erzeugen, so müssen die gleichartigen Theilchen sich wieder in symmetrischen Verhältnissen, nach gewissen Gesetzen zu bestimmten Axen zusammenordnen. Damit aber dieses geschehen könne, ist eine gewisse Zeit erforderlich, die Theilchen müssen Zeit haben sich zusammenzufinden und nach den Gesetzen der Krystallisation aneinanderzulegen. Diefs geschieht aber bei langsamer Erkaltung. Wenn eine geschmolzene Masse längere Zeit hindurch flüssig bleibt und langsam erkaltet, so wird sie Zeit haben zu krystallisiren; wenn aber der Uebergang aus dem flüssigen Zustande in den starren sehr rasch erfolgt, so verharren die Theile in der indifferent durcheinander gemengten Lage, welche sie im flüssigen Zustende besitzen, und es wird sich alsdann eine scheinbar gleichförmige, spröde Masse oder das Glas bilden. So wie aber ein Haufen unordentlich durcheinandergeschütteter Mauersteine oder Holzscheite immer einen gröfseren Raum einnimmt, als wenn dieselben symmetrisch geordnet aneinandergereiht werden, so geschieht es auch bei dem glasigen Zustande im Verhältnifs gegen den krystallinisch-körnigen, steinartigen; eine und dieselbe Masse nimmt als Glas geschmolzen immer ein gröfseres Volumen ein, als im Zustande des Steines, dessen specifisches Gewicht daher bei dieser Umänderung verringert wird.

Da alle diese Erscheinungen auf eine so sehr befriedigende Weise mit der Natur der Verhältnisse übereinstimmen, so bleibt gegenwärtig nur übrig, eine An-

wendung davon auf den Aggregat-Zustand der Laven zu machen, und diefs kann unter den gegenwärtigen Umständen nur sehr leicht werden. Wir haben früher gesehen, dafs die Lava entschieden als eine, im feurigen Flusse, im Zustande vollkommener Schmelzung befindliche Mineralmasse müsse betrachtet werden; wir haben schon an Beispielen erläutert, wie aufserordentlich langsam das Erkalten dieser Masse besonders im Innern der Ströme erfolgt, welche unter Bedeckung von Schlacken wie in schlechten Wärmeleitern sorgfältig eingehüllt erscheinen. Es kann daher nicht auffallen, dafs im Innern dieser Masse auch die Theilchen Zeit gefunden haben, sich krystallinisch zusammen zu gruppiren, und dafs wir daher nun ihr Inneres statt wie ursprünglich erwartet in einem glasartigen, meist vorwaltend in einem steinartigen, granitisch-körnigen Zustande gefunden haben. Es stimmt daher ganz wohl mit diesen Erfahrungen überein, dafs sich zu Torre del Greco 1794 das von dem Einbrechen der Lava geschmolzene und in ihr erkaltete Fensterglas in eine milchweifse, krystallinisch-körnige Masse verwandelt fand; es war Reaumur'sches Porcellan geworden.

Ganz besonders interessant aber noch scheint es, zu erwähnen, dafs man auch bei künstlichen Versuchen, die Lava und verwandte Gesteine zu schmelzen und sie willkührlich rasch oder langsam erkalten zu lassen, die befriedigendsten Resultate erhalten hat; denn man erhielt in dem einen Falle Glas, in dem andern aber eine körnige Steinmasse, welche der ungeschmolzenen Lava ganz gleich ist. Diese Versuche sind besonders in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts und in den ersten des gegenwärtigen in Schottland gemacht worden. Denn es hatte sich dort gerade zuerst durch die scharfsinnigen Betrachtungen von James Hutton (1795), gleichzeitig mit der Ausbildung der neptunischen Erdbildungshypothese von Werner in Deutschland, die Ansicht gebil-

det, dafs Granit, Porphyre, Grünsteine, Basalte ganz entschieden als vulkanische und aus feurigem Flusse krystallisirte Gesteine müfsten betrachtet werden. J. Hutton war der Meinung, dafs zur Hervorbringung dieses Zustandes ein grofser Druck, welcher auf den erkaltenden Körper wirken müsse, nothwendig gewesen sey, und er sah diesen in dem Drucke des ursprünglich bei Bildung dieser Gesteine darüber gestandenen Meeres. James Hall aber hielt sich überzeugt, dafs nach den damals schon bekannten Erfahrungen eine langsame Abkühlung zur Hervorbringung dieser Verhältnisse hinreiche, und veranstaltete direkte Versuche zur Prüfung dieser Ansicht. Er nahm daher insbesondere schottische Trappgesteine, welche dort Whinstone genannt werden, und um allen Verdacht zu vermeiden, als ob er durch starke Hitze nur eine nach Dolomieu's Voraussetzung entstehende Auflockerung der Krystalltheilchen bewirkt hätte, so schmelzte er sie jedesmal erst vollkommen und liefs sie rasch abkühlen, wobei er dann ein gleichförmiges, schwarzes Glas erhielt. Dieses Glas aber schmelzte er wieder und liefs es dann durch Umhüllung mit schlechten Wärmeleitern sehr langsam erkalten. Dann aber erhielt er stets steinartige Produkte, welche ihren Urbildern vollkommen ähnlich waren. Einige dieser Substanzen waren von ursprünglichen, dichten und feinkörnigen Basalten durchaus nicht zu unterscheiden, einige derselben waren hin und wieder nach Art der Laven mit Blasenräumen erfüllt, in welchen kleine, unbestimmbare Krystalldrusen auftraten. In einer körnigen Basaltmasse hatten sich sogar porphyrartig deutliche Augitkrystalle ausgeschieden (welche J. Hall für Hornblende ansah), und steckten gleichförmig vertheilt in der körnigen Grundmasse; ja bei einigen Trapp-Arten war die Neigung zur Krystallisation so grofs, dafs sie schnell an der Luft erkaltet zwar glasartige Rinden, aber im Innern einen steinartigen, fein krystallinisch-körnigen Kern erhielten.

Diese

Diese merkwürdigen Versuche von J. Hall wurden wenige Jahre später wieder aufgenommen durch Gregor Watt, und es wurden dadurch in allen wesentlichen Dingen ganz dieselben Resultate erhalten. Die Versuche von Watt unterscheiden sich von denen des Dr. Hall nur dadurch, dafs er im Stande war, bei denselben mit gröfseren Massen zu operiren. Er wandte nämlich zu seinen Haupt-Schmelzversuchen ein Stück eisenreichen Basaltes von 5½ Fufs Länge, 2½ Fufs Breite und 4 bis 18 Zoll Dicke an, und er fand, dafs dasselbe bei rascher Erkaltung ein schwarzes Glas voll kleiner, sphärischer Körner bildete; etwas langsamer abgekühlt ward die Masse excentrisch-fasrig, und nahm eine mehr perlstein- oder glaskopfähnliche Textur an, wobei einige Sphäroide bis 2 Zoll im Durchmesser erhielten; war die Erkaltung indefs noch langsamer, so wurde die Masse theils dicht, theils feinkörnig, und man sah in derselben eine Menge scharfeckig begrenzter, porphyrartig eingewachsener Krystalle. Wir können mithin also durch diese oben angeführte Reihe von Erfahrungen das Problem von der steinartigen Bildung der meisten vulkanischen Produkte als vollkommen befriedigend gelöst ansehen, und während daher Dolomieu seine Forschungen über dieses ihm räthselhafte Verhältnifs mit der Voraussetzung begann, als sey die Hitze der Vulkane nicht fähig den krystallinischen Zusammenhang der Theilchen in den Gebirgsarten aufzuheben, sind wir dagegen nun zu der Folgerung genöthigt, diese Hitze sey so intensiv und lange anhaltend, dafs sie den im Zustande vollkommener Schmelzung befindlichen Theilchen der Lava gestattet, sich den Gesetzen der Verwandtschaft und der Krystallanziehung gemäfs zu ordnen, bevor sie erstarren können. Nur diejenigen Lavastücke also, welche in kleinen Massen ausgeworfen werden, oder bei welchen besondere Umstände (Gas-Entwicklung wie bei Bimssteinen oder grofse Dünnflüssigkeit, welche dünne Platten bildet)

ein schnelles Abkühlen gestatten, werden nach dem Erkalten als Gläser erscheinen, und es ist eine anziehende Erscheinung, an vielen Obsidianen ganz dieselben Verhältnisse der Entglasung, bis zum vollständigen Uebergange zu Email und Steinen, genau in derselben Weise zu beobachten wie an künstlichen Hüttenprodukten.

Es gewährt übrigens eine angenehme Befriedigung, zu sehen, dafs man sowohl durch aufmerksames Beobachten unter den Hüttenschmelzprodukten Fossilien aufgefunden, als auch bei Anwendung zweckmäfsiger Methoden künstlich durch feurigen Flufs gebildet hat, welche, in den Laven durch die Natur selbst erzeugt, eine mehr oder minder bedeutende Stelle einnehmen. Insbesondere hat auch in dieser Beziehung die Wissenschaft Mitscherlich und Berthier einige höchst schätzbare Beobachtungen zu danken.

Zunächst ist es von Mitscherlich bemerkt worden, dafs viele Schlacken, welche bei schwedischen Hüttenwerken gewonnen werden, ganz die chemische Zusammensetzung, die innere Struktur und auch die äufsere Krystallform des Augites besitzen. So gewinnt man gelegentlich eine grofse Masse solch' künstlichen Augites zu Fahlun, zu Sahla wird beim Eisenschmelzen eine Schlacke gewonnen, welche dem Basalt täuschend ähnlich ist und viele Blasenräume enthält, welche mit Augitkrystallen bedeckt sind. Ja es gelang sogar Mitscherlich und Berthier gemeinschaftlich, indem sie Kieselerde, Talk und Kalkerde in den beim Augit vorkommenden Verhältnissen zusammenmengten, durch Schmelzung dieser Masse in einem Tiegel im Porcellanofen zu Sèvres bei Paris, auf direktem Wege ungemein schöne und deutliche Augitkrystalle zu erhalten *). Ganz in ähnlicher Weise ist auch der in Basaltlaven so häufig auftretende Olivin nun in sehr vielen künstlichen Ofen-

*) *Annal. de Chim. T. XXIV. p.* 376.

schlacken (Val di Brosso in Piemont, Fahlun) vollkommen ausgebildet gefunden worden, und es ist ebenfalls Mitscherlich, welcher zuerst hierauf aufmerksam gemacht hat; auch hat Berthier den Olivin ganz in ähnlicher Weise wie den Augit durch Zusammenschmelzen seiner Bestandtheile (aus kohlensaurem Mangan-Oxydul und Kieselerde) in sehr vollkommenen Krystallen erhalten.

Ein in sehr vielen Fällen in Laven, Basalten vorkommendes Fossil, der Magneteisenstein, wird häufig bei der Röstung von Eisensteinen in Schweden erhalten, und kann auch sonst künstlich durch Behandlung des Eisens gewonnen werden. Die auf künstlichem Wege nachzuahmende Eisenglanzbildung nach Mitscherlich's Beobachtungen habe ich schon früher erwähnt. Es ist ferner auch noch gelungen, unter den krystallinischen Produkten der Hüttenwerke künstlich erzeugten Glimmer zu finden. Es war dieſs wiederum in Schweden unter alten Schlackenhalden beim Schlosse Garpenberg; er bildete dort sehr schöne sechsseitige Tafeln von 2 bis 3 Linien Durchmesser, und nach Mitscherlich's Versuchen kommt derselbe in seinen physikalischen Merkmalen sowohl als in seinen Bestandtheilen am meisten mit dem bekannten schwarzen Glimmer aus Sibirien überein.

Es ist nach diesen Resultaten unstreitig noch von ganz besonderem Interesse gewesen, Feldspath, dieses in der Zusammensetzung des vulkanischen Theiles unserer Erdrinde so überaus bedeutungsvolle Mineral, als künstliches Erzeugniſs unter den Hüttenprodukten zu finden, welches erst in der neuesten Zeit gelungen ist. Im Oktober 1834 fand man zahlreiche schöne Krystalle von künstlich erzeugtem Feldspath an der Innenwand eines Kupferschmelzofens bei Sangerhausen, in Begleitung von zinkischen Ofenbrüchen *). Sie haben sich hier wäh-

*) Poggend. Annal. Bd. XXXIII. S. 336.

rend des Verschmelzens der Kupfererze unter Bedingungen gebildet, welche noch nicht ganz genau bekannt sind; es ist indefs durch diesen merkwürdigen Fund jetzt, wie auch schon Mitscherlich bemerkte, sehr wahrscheinlich geworden, dafs es recht bald gelingen werde, den Feldspath künftig nach Willkühr darzustellen.

Somit hätten wir denn die wichtigsten Thatsachen, welche der Fleifs der Beobachter in Betreff der Erdbeben und Vulkane zu Tage förderte, in übersichtlichem Zusammenhange darzustellen gesucht, und es bliebe uns nur noch übrig, auch eben so die Ideen zu entwickeln, die durch sie über den Ursprung dieser Erscheinungen angeregt worden sind. Indefs ist des Haltbaren in den sogenannten Theorien der Erdbeben und Vulkane so wenig, und das Wenige so gar keiner Anwendung auf die Erklärung specieller Vorgänge fähig, dafs ein näheres Eingehen in diese Theorien nur als eine unfruchtbare Beschäftigung erscheinen kann. Alles, was wir vielleicht mit einiger Sicherheit schliefsen dürfen, ist: dafs der heutige Vulkanismus gewissermafsen nur ein Nachhall sey von den weit mächtigeren Umwälzungen, welche die Erdoberfläche in vorgeschichtlicher Zeit erlitt, dafs er, im Verein mit der fast überall beobachteten Thatsache des Zunehmens der Boden-Temperatur mit der Tiefe, das Daseyn eines noch feurig-flüssigen Erdinnern wahrscheinlich mache, und dafs er aus der Wechselwirkung zwischen diesem Innern und der bereits erstarrten Erdkruste oder dem sie bedeckenden Wasser entspringe. Mehr zu folgern verbietet für jetzt unsere gänzliche Unkenntnifs vom Innern der Erde.

Gedruckt bei A. W. Schade.

Im Verlage der unterzeichneten Buchhandlung ist erschienen:

Strabon's Erdbeschreibung

in siebenzehn Büchern.

Nach berichtigtem griechischen Texte unter Begleitung kritischer und erklärender Anmerkungen verdeutscht

von

Dr. *Christoph Gottlieb Grofskurd.*

4 Bände. Druckvelinpapier, Preis 12 Rthlr.

Zur Empfehlung dieses Werkes erlauben wir uns nachstehend eine Beurtheilung aus dem 10ten Bande von Berghaus Annalen der Erd-, Völker- und Staatenkunde mitzutheilen, woselbst es heifst:

„Bei dem gegenwärtigen Zustande des literarischen Verkehrs in Deutschland ist es ein erfreuliches, ja beruhigendes Zeichen, wenn Werke, die solide, gelehrte Kenntnisse zu verbreiten im Stande sind, sich Bahn zu brechen vermögen durch die Masse ephemerer Druckschriften, welche auf eine flüchtige Unterhaltung, ja selbst auf Zeittödtung berechnet sind; — wir sagen beruhigend, weil sich dadurch unleugbar zu erkennen giebt, dafs noch nicht alle Lust und Liebe zur strengen wissenschaftlichen Belehrung und Bildung unter dem deutschen Volke erdrückt worden ist durch die Fluth abgerissener Zeitblätter, womit der Literatur-Markt überschwemmt wird, ohne dafs selbst die bessern von ihnen mit ihrem, aus allen Zweigen des Wissens zusammengesuchten und chaotisch aufgehäuften Inhalte vermöchten zur wahren Bildung ihrer Leser, oder vielmehr Durchblätterer, wesentlich beizutragen. Diese Wahrnehmung der Erhaltung einer bessern Tendenz in der deutschen Literatur (auf die in diesen Annalen bereits bei einer andern Gelegenheit aufmerksam gemacht wurde) spricht sich wiederum aus durch das Erscheinen des klassischen Werkes, welches in der Ueberschrift dieses Artikels genannt worden ist.

Strabon's Schriftwerk führt uns in das mefskundige Zeitalter der Erdbeschreibung; es bietet uns ein vollständiges Gemälde von den Ländern und Völkern der Erde, wie sie ihren Bewohnern vor zwei tausend Jahren bekannt war; die starre Rinde der Kugel erscheint dem Gelehrten aus Pontus in der Gestalt eines Oblongums, das vom Okeanos, dem äufsern Meer, umfluthet ist; im äufsersten Nordwesten des Festlandes liegt Thule, im äufsersten Südosten Taprobana; die Formen des innern Meeres beschreibt uns Strabon so, wie wir sie heut zu Tage kennen. Sein Werk ist die einzige Quelle für die Erdkunde seiner Zeit; es ist „ein wissenschaftlich geordnetes, mit grofser und vielseitiger Gelehrsamkeit ausgestattetes, ziemlich vollständiges System der unendlich vielen und mannichfachen einzelnen

Bayerische Staatsbibliothek München

Nachrichten und Angaben, die in frühern historischen und geographischen Schriften der Griechen und einiger Römer, ja selbst in griechischen Dichtern, theils zerstreut, theils zu gewissen Zwecken zusammengestellt sich vorfanden; berichtigt zugleich und ergänzt durch mündliche Belehrung und vieler Länder eigene Anschauung. Ein solches Werk aber, welches einerseits den neuern Alterthumsforschern so vielfache Quellen und so reiche Schätze darbot, andrerseits auch den der Griechensprache entweder gar nicht, oder nicht hinlänglich kundigen Liebhabern des Alterthums, und namentlich der alten Erdkunde, durch die überall eingewebten geschichtlichen, politischen, literarischen und naturgeschichtlichen Nachrichten, durch Darstellung der Religion und Sitten und Lebensweisen der Völker, wie auch durch wohlgefällige und die Theilnahme des Lesers erregende Einkleidung, eine allen so anziehende als mannigfache Belehrung und Unterhaltung gewährt, ein solches Werk verdient gewifs den Lesern der letztern Art zugänglicher und geniefsbarer zu werden, als es bisher in der einzigen, ungeniefsbaren und überdies längst vergriffenen Penzelschen Uebersetzung war."

Wenn wir uns mit dieser Ansicht des Herrn Grofskurd nicht anders als einverstanden erklären können, so freuet es uns, gleichzeitig anerkennen zu müssen, dafs die Verdeutschung des Strabon unter seinen Händen ein Werk geworden ist, welches in seiner gründlichen Gediegenheit allen Freunden klassischer Literatur eine erfreuliche Erscheinung ist. In einer vier und neunzig Seiten langen Einleitung theilt Herr Grofskurd sehr erschöpfende biographische und literarische Nachrichten über Strabon und sein Schriftwerk mit; er spricht über die Schicksale, welche dasselbe im Alterthum und in neuerer Zeit erlebt hat, und legt dann die Grundsätze und Regeln vor, denen er bei seiner Bearbeitung und Verdeutschung gefolgt ist.

Der vierte Band ist einzig und allein einem geographisch-vergleichenden Register gewidmet, das in seiner Vollständigkeit nichts zu wünschen übrig läfst, und wodurch sich diese Verdeutschung, im Verhältnifs zur französischen Uebersetzung, so sehr zu ihren Gunsten auszeichnet.

Wir glauben, dafs diese kurze Anzeige genügen werde, um die Aufmerksamkeit auf ein Werk zu lenken, das in seiner klaren Darstellung und mit seinen so reichhaltigen kritischen Noten das Studium des Alterthums ungemein fördern wird. Es ist darum allen höhern Schulanstalten auf das angelegentlichste zu empfehlen, ohne der öffentlichen Bibliotheken zu erwähnen, von denen keine es wird entbehren wollen. Dank der Verlagshandlung, welche diesen deutschen Strabon zum Gemeingut gemacht hat, insbesondere auch dafür, dafs sie ihn durch schönen, korrekten Druck und treffliches Papier würdig auszustatten bemüht gewesen ist."

Nicolaische Buchhandlung in Berlin.

Bayerische
Staatsbibliothek
München